

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra psychologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií

Accuracy and speed in numerosity at individuals with dyscalculia

Bc. et Bc. Kateřina Pražáková

Vedoucí práce: PhDr. Klára Špačková, Ph.D.

Studijní program: Psychologie

Studijní obor: Psychologie

2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Přesnost a rychlost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií* vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 14.7.2017

.....

podpis

Poděkování:

Děkuji PhDr. Kláře Špačkové, Ph.D. za příjemné vedení práce, cenné rady, vstřícný přístup i za nekonečnou trpělivost.

Bc. Martinovi Novákovi děkuji za vytvoření počítačového programu, který byl využit v empirické části práce. Bez jeho pomoci by práce nemohla získat podobu, jakou má nyní. Děkuji také všem respondentům, rodičům žáků i zaměstnanců škol, bez jejichž spolupráce by práce nemohla vzniknout.

Své rodině i ostatním z mých nejbližších děkuji za veškerou podporu v průběhu studia.

ABSTRAKT

Předložená práce se zabývá problematikou dyskalkulie, která patří do skupiny specifických poruch učení. Teoretická část práce představuje současný stav poznání o vývoji matematických schopností a jejich narušení v kontextu problematiky dyskalkulie. Empirická část práce popisuje výzkum, který porovnával výkony jedinců s dyskalkulií a jedinců z kontrolní skupiny v řadě úloh zaměřených na počty a vnímání množství. Hlavním cílem bylo popsat obraz možných zakládajících příčin daných obtíží. Ve skupině respondentů s dyskalkulií byl vypořádan deficit v symbolickém i nesymbolickém vnímání množství. Došli jsme k závěru, že dyskalkulie souvisí se specifickými obtížemi ve vnímání množství postihujícími schopnost nabývat aritmetických schopností

KLÍČOVÁ SLOVA

Dyskalkulie, vnímání množství, aritmetické dovednosti, matematické schopnosti, specifické poruchy učení

ABSTRACT

The thesis deals with the topic of dyscalculia, which is officially recognized as a learning disability. The theoretical part of the thesis is focused on the current status of knowledge about development of mathematical skills and their disorders in the context of dyscalculia. The empiric part of this thesis describes a research which compares the performances of individuals with dyscalculia and control participants on a range number and numerosity processing tasks. The main goal was to describe the image of possible causes of difficulties. Deficits in the processing of symbolic and nonsymbolic numerosities were observed in group of dyscalculic participants. We conclude that dyscalculia is related to specific disabilities in basic numerical and numerosity processing which affects ability to acquire arithmetical skills.

KEYWORDS

Klíčová slova (anglicky): Dyscalculia, numerosity, arithmetic skills, mathematical skills, specific learning difficulties

Obsah

Obsah	6
Úvod.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 Matematické dovednosti.....	12
1.1 Vývoj matematických schopností a dovedností.....	13
1.2 Příčiny neúspěchu v matematice.....	17
2 Specifické poruchy učení.....	20
3 Dyskalkulie	22
3.1 Dyskalkulie jako neznámý fenomén	22
3.2 Definice a vymezení.....	23
3.3 Příčiny vzniku dyskalkulie	24
3.4 Prevalence dyskalkulie	25
3.5 Typy vývojových dyskalkulií	26
3.6 Typické obtíže v matematice	28
3.6.1 Problémy při počítání předmětů.....	30
3.6.2 Problémy v základních početních úkonech	30
3.6.3 Problémy se slovními úlohami.....	31
3.6.4 Dyskalkulie na 2. stupni základní školy.....	32
3.6.5 Projevy dyskalkulie na střední škole.....	32
3.7 Dyskalkulie v kombinaci s dalšími poruchami učení.....	32
3.8 Dyskalkulie a dvojí výjimečnost.....	34
3.9 Emocionální a psychosomatické problémy	35
4 Diagnostika dyskalkulie	36
4.1 Diskrepantní kritérium.....	37

4.2	Testy inteligence	38
4.3	Testy matematických schopností a dovedností.....	42
4.3.1	Testy používané u nás	43
4.3.2	Testy používané v zahraničí	44
4.3.3	Souhrn.....	46
EMPIRICKÁ ČÁST		47
5	Uvedení do problematiky	47
5.1	Cíl práce.....	48
5.2	Formulace výzkumných otázek a hypotéz.....	48
6	Metodika práce.....	52
6.1	Popis výzkumného vzorku.....	52
6.1.1	Popis výzkumného vzorku žáků základních škol	52
6.1.2	Popis výzkumného vzorku dospělých	54
6.2	Použité metody.....	55
6.2.1	Test vnímání množství	55
6.2.2	Test struktury inteligence	59
7	Výsledky výzkumu a jejich interpretace	60
7.1	Popis statistického posouzení významnosti rozdílů.....	60
7.2	Výsledky v jednotlivých subtestech.....	61
7.2.1	Reakční čas	65
7.2.2	Počítání bodů	67
7.2.3	Reprezentace velikosti.....	68
7.2.4	Porovnávání čísel	69
7.2.5	Vnímání velikosti.....	70
7.2.6	Přřazování číslic	72

7.2.7	Početní operace	73
7.2.8	Celkové výsledky	74
7.3	Zhodnocení výsledků	76
7.3.1	Zhodnocení výsledků jednotlivých subtestů.....	76
7.3.2	Zhodnocení hypotéz	78
7.4	Vnímání množství u jedinců s dalšími poruchami učení.....	81
8	Diskuse	86
8.1	Vnímání množství jako indikátor obtíží v nabývání aritmetických dovedností	86
8.2	Diskuse výsledků výzkumu	87
8.3	Limity studie	89
8.4	Návrhy pro další zkoumání.....	93
	Závěr	95
	Seznam použitých informačních zdrojů.....	97
	Seznam příloh.....	101

Úvod

„Z mého osobního hlediska, když se na tu dyskalkulii přišlo až takhle pozdě, tak nechci říct, že jsem si docela protrpěla, ale bylo mi na tý základce a na tom gymplu hodně nepříjemný, že učitelé se mi vysmívali. (...) No a třeba brali moje písemky a ukazovali před celou třídou i vedlejšíma třídama,“ řekla mi studentka jednoho z nejžádanějších vysokoškolských oborů, když jsem s ní dělala rozhovor pro svou bakalářskou práci (Pražáková, 2015, s. 52). Dyskalkulie jí byla diagnostikována právě až na vysoké škole. V té době jsem se zabývala specifickými poruchami učení (SPU) ve vztahu k intelektovému nadání. Postupně jsem však zjišťovala, jak je obtížné najít zmínky nejen o nadaných žácích s dyskalkulií, ale i o dyskalkulii jako takové.

V naší literatuře, jak se zdá, je dyskalkulii věnováno méně pozornosti než dyslexii či dysortografii. V zahraniční literatuře lze nalézt informace, které v té naší nejsou běžně k dispozici, avšak i tam autoři reflektují nedostatek informací o této poruše. Hannell (2013) to považuje za důsledek jakési všeobecné neoblíbenosti matematiky jako vyučovacího předmětu. Upozorňuje, že i dospělí lidé často vtipkují o tom, jak jsou beznadějní v matematice, zatímco se jen zřídka setkáme s vtipy narážející na něčí beznadějnost ve čtení. Butterworth (2003) se domnívá, že podobně jako ohledně dyslexie o 20 let dříve bývají obtíže v matematice považovány za důsledek obecně nízkých intelektových schopností.

Otázkou zůstává, do jaké míry jsme schopni rozpoznávat dyskalkulii u žáků i studentů, do jaké míry jsou toho schopni rodiče, učitelé, ale také psychologové i kdokoliv jiný. Proto se tato práce se snaží alespoň částečně vyplnit mezery v informacích, jaké zde máme k dispozici, seznámit čtenáře se zahraničními poznatky i přijít s návrhy dalšího zkoumání. Práce se však příliš nezabývá reedukací této poruchy učení. Ačkoliv považujeme za velmi důležité umět co nejefektivněji pracovat na nápravě obtíží, s nimiž je dyskalkulie spojena, rozhodli jsme se zde zaměřit především na to, jak ji vůbec identifikovat a odlišit od těch obtíží v matematice, které jsou způsobeny jinými faktory.

Předkládaná práce je tradičně rozdělena na dvě části – na část teoretickou a část empirickou. Je vnitřně strukturována a rozdělena do osmi kapitol. Teoretická část práce představuje současný stav poznání o vývoji matematických schopností, o specifických poruchách učení i o dyskalkulii jako takové.

Empirická část práce popisuje výzkum, který porovnával výkony jedinců s dyskalkulií a jedinců z kontrolní skupiny v řadě úloh zaměřených na počty a vnímání množství. Hlavním cílem bylo zjistit popsat obraz možných zakládajících příčin daných obtíží.

První kapitola se zabývá matematickými dovednostmi, jejich vymezením, vývojem i možnými příčinami obtíží v oblasti matematických schopností a dovedností.

Druhá kapitola je věnována specifickým poruchám učení, k nimž řadíme i dyskalkulii. Jsou zde představeny a popsány druhy poruch učení, s nimiž se můžeme setkat i jejich společné znaky.

Třetí kapitola je již věnována dyskalkulii, jejím definicím i možným příčinám, společnému výskytu dyskalkulie s dalšími poruchami učení, druhům dyskalkulie i typickým obtížím jedinců s dyskalkulií. Kapitola se rovněž dotýká určitých rozdílů v přístupech k dyskalkulii u nás i v zahraničí.

Čtvrtá kapitola se věnuje diagnostice dyskalkulie. I zde jsou porovnávány určité rozdíly v přístupech k diagnostice této poruchy u nás a v zahraničí. Dále jsou zde uvedeny konkrétní diagnostické metody využívané při identifikaci této poruchy.

Pátá kapitola představuje úvod to empirické části této práce. Shrnuje nejdůležitější poznatky z části teoretické a seznamuje čtenáře s cíly práce, s výzkumnými otázkami i s hypotézami.

Šestá kapitola popisuje metodiku práce. Zde je uveden popis výzkumného vzorku, který tvořili jedinci s dyskalkulií (děti i dospělí) i respondenti z kontrolních skupin. Dále

jsou zde představeny metody použité v této práci, zejména Test vnímání množství, který byl inspirován zahraničními poznatky a naprogramován pro účely této práce.

Sedmá kapitola je věnována výsledkům výzkumné části. Představuje prezentaci i určitou analýzu získaných dat včetně porovnávání rozdílů mezi jednotlivými skupinami respondentů. Součástí kapitoly je také zhodnocení výzkumných otázek a hypotéz.

Poslední kapitola shrnuje diskutuje získané výsledky, omezení výzkumu a přináší také návrhy pro další zkoumání.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Matematické dovednosti

Protože dyskalkulie bývá považována za specifickou poruchou učení postihující matematické dovednosti, v této kapitole se budeme zabývat jejich vymezením, vývojem a možnými příčinami obtíží v matematice.

Jak upozorňují někteří autoři jako např. Zelinková (1994, 2009), Vágnerová a Klégrová (2008), Landerl a kol. (2004) nebo Hannell (2013), **neexistuje žádná celistvá matematická dovednost**. Při řešení matematických úloh se uplatňuje více různých schopností. Landerl a kol. (2004) považují matematiku za **komplexní** záležitost zahrnující jazyk (language), prostor (space) a množství (quantity). Podobně i Zelinková k nim řadí verbální faktor (zadávání úloh a odpovědi na otázky ve formě mluvené i psané řeči), faktor prostorový (nejen geometrické úlohy, ale i psaní čísl ve správném pořadí, písemné dělení, násobení atd.), paměť a další. Vágnerová (2005) dělí matematické schopnosti do čtyřech základních kategorií, k nimž patří:

- pochopení **číselného pojmu** a logiky **číselné řady**,
- **paměť** pro čísla a další číselné znaky,
- **počtářské dovednosti** – schopnost zacházet s čísly a aplikace obecných pravidel pro vztahy mezi čísly,
- **matematické uvažování** – schopnost specifického abstraktního myšlení, které již není závislé na konkrétních číslech, zahrnuje manipulaci s obecnějšími pojmy jako jsou algebraické znaky.

Zelinková (2003, 2009) i Vágnerová a Klégrová (2008) rovněž uvádějí, že matematické schopnosti lze chápat rovněž jako jednu ze složek struktury inteligence. Jak si později ukážeme, ačkoliv zjišťování početních dovedností bývá součástí některých testů inteligence, přesto výkony podávané jedincem v oblasti matematiky nemusí odpovídat jeho výkonům v jiných oblastech. Zelinková (2009, s. 111) dále uvádí: „*z úrovně rozumových*

schopností nelze jednoznačně vyvozovat úroveň ovládnutí matematiky a naopak existují jedinci, kteří při poměrně vysoké inteligenci mají v matematice výrazné obtíže“.

1.1 Vývoj matematických schopností a dovedností

Ještě než se budeme zabývat konkrétními typy obtíží v matematice, zde se budeme věnovat typickému vývoji matematických dovedností v obecnější rovině.

Novák (2004) odkazuje na poznatky z výzkumu Košče (1977), který navázal na známé pojetí vývoje myšlení a řeči dle Piageta. Na jeho základě popsal **vývoj psychických předpokladů pro matematiku v předškolním věku**. Považuje za důležité tyto předpoklady rozvíjet včas, a to v souladu s dozráváním centrální nervové soustavy dítěte. Domnívá se, že v případě jejich nerozvinutí účinnost nápravných opatření postupně klesá s přibývajícím věkem dítěte. Tento vývoj rozdělil do následujících stupňů:

1. **Klasifikace** (nebo-li kategorizace, třídění) podle podobnosti – nejprve podle fyzikálních vlastností, později podle účelu, nakonec podle množství.
2. **Sériace** – dítě se soustředí na odlišnost předmětů či jevů a umí je seřadit podle délky, počtu apod.
3. **Ekvivalence** – pochopení rovnosti ve smyslu stejného množství.
4. **Konzervace** – zachování množství či počtu prvků i při změně jejich prostorového rozmístění (nic nepřibýlo ani neubýlo).
5. **Počítání** – zvládnutí odpočítávání prvků, přiřazování příslušné číslovky jednotlivým prvkům ve skupině a správné pojmenování celkového počtu těchto spočítaných prvků.

Novák (2004) dále popisuje **stádia vývoje matematických dovedností**. K nim patří následující.

1. **Manipulace s konkrétními předměty** – získávání zkušeností s jejich tvarem, velikostí, barvou apod., a to formou hry.
2. **Chápání významu řeči a používání slovní zásoby** – vytváření tzv. matematického slovníku zahrnujícího nejen určité číslovky (např. dvě, čtyři) a neurčité číslovky

(málo, více...), ale i slova označující pozici předmětu v prostoru (nad, vedle...), velikosti, tvaru, apod.

3. **Osvojování množství** předmětů – které je spojeno pouze se slovy různého významu vyjadřujících množství, strukturu celku a jeho pozici v řadě.
4. Stádium **jednoduchého počítání** – poznání, že celek je různě členěn na části, jejichž souhrn tvoří původní celek; schopnost odpočítat konečné množství předmětů a jeho pojmenování číslovkou.
5. Stádium **čtení a psaní číslic** – tato dovednost bývá rozvíjena v rámci školního vzdělávání dítěte a podmíněna vyspělostí zrakového vnímání i jemné motoriky rukou.
6. Stádium **aritmetických operací s čísly a jejich písemné vyjádření** – slovní používání matematických pojmů i jejich zápis je stále těsně spojován s konkrétností v závislosti na praktické zkušenosti dítěte.
7. Stádium **formálních operací** – jedinec je schopen provádět početní operace na základě hypoteticko-deduktivního usuzování (nastává kolem 12. roku života).

Vývoj matematických dovedností tedy dle tohoto pojetí začíná manipulací a hrou s jednotlivými předměty a přes grafické znázorňování předmětů a slovní označování různých množství by měl jedinec postupně dozrát až k úplné abstrakci v matematickém myšlení. Novák (2002) však zároveň upozorňuje na individualitu a variabilitu vývoje těchto schopností a považuje za spekulativní, kdy můžeme považovat opoždění ve vývoji nebo naopak předčasný vývoj za významné.

Americký autor Geary (2000) se pokusil popsat vývoj matematických dovedností od předškolního věku do dospělosti. Na základě více studií došel k závěru, že některé kvantitativní kompetence, a tedy kognitivní předpoklady pro rozvoj matematických schopností, jsou člověku vrozené. Objevují se již v průběhu prvních let života a jsou víceméně univerzální, i když dále **kultivovány zkušenostmi**.

Mezi **primární** biologické schopnosti (biologically primary abilities) řadí Geary následující:

1. **Vnímání množství** (Numerosity) – intuitivní schopnost rozpoznat počet prvků v sadě, aniž bychom museli počítat každý zvlášť. Geary uvádí, že při použití behaviorálních metod, kdy byla dětem ukázána pole 1-4 předmětů (např. hraček) se tato kompetence prokázala již u dětí v prvních týdnech života a že lidí bývají tyto úsudky omezeny na sady čtyř nebo méně předmětů.
2. **Ordinarita** (Ordinality) – základní **porozumění pořadovým** vztahům. Zahrnuje porozumění pojmům jako „více než“ a „méně než“, a také pochopení, že např. že set dvou předmětů je více než set jedné položky ale méně než set tří položek.
3. **Počítání** (Counting) – časně ve vývoji dítě dokáže stanovit počet až 3 nebo 4 položek. S příchodem jazyka, kdy se postupně učí slovně pojmenovávat číslíce (a např. počítá předměty, zatímco říká „jedna, dva, tři“), dochází též k porozumění, že tyto slovně označené číslíce lze využít pro počítání i měření.
4. **Jednoduchá aritmetika** (Simple arithmetic) – zatímco se časně ve vývoji objevuje citlivost ke zvyšování či snižování množství a zdá se, že zpočátku je tento systém omezen na sčítání a odečítání v počtu dvou položek a tento počet se postupně zvyšuje. Limity tohoto systému nejsou podle autora známy.

Oproti tomu **sekundární schopnosti** (biologically secondary abilities) jsou z velké části **závislé na školním vzdělávání**, proto nemáme žádné univerzální normativní vzory pro vývoj sekundárních kvantitativních schopností. Přesto existují jisté podobnosti napříč národy, přičemž rozdíly spočívají do značné míry v určité zběhlosti dosažené v jednotlivých dovednostech. Ty Geary popsal následovně.

1. **Číslíce a počítání** (Number and counting) – v industriálních zemích se během prvních let školního vzdělávání očekává porozumění základní **desítkové soustavě** (base-10 system) a to, že se dítě naučí překódovat čísla z jedné reprezentace do další, např. verbální - „dvě stě deset“ na arabské číslíce - „210“. Je běžné zpočátku chybovat, a to třeba při přechodu přes desítku, např. přechod z čísla 29 na 30 je zaměněn za „dvacet devět, dvacet deset“. Běžné se též objevují chyby při překódování, a to např. „dvě stě deset“ jako „20010“. V evropských jazycích jako je angličtina nebo francouzština neodpovídá slovní označení čísel základní desítkové soustavě tak jako v asijských jazycích, kde je počítání přes desítku

pravidelné jako „deset jedna, deset dva, deset tři“ atd. Geary uvádí, že děti v USA a mnoha evropských zemích tak zpočátku větší obtíže při spojování slovních označení číslic s arabskými číslicemi, přestože tyto obtíže většinou vymizí během prvního stupně vzdělávání.

2. **Aritmetická výpočty** (Arithmetic: computations) – v naší kultuře se očekává, že se děti naučí základní **aritmetická fakta** (např. že $1+1=2$) a výpočetní postupy pro řešení komplexních aritmetických problémů (např. $472+928$). Jejich zapamatováním je usnadněna schopnost řešit složité aritmetické problémy, podobně jako je dobré porozumění základnímu systému důležité pro příklady zahrnující přenášení či propůjčování číslic z jednoho sloupce do dalšího.
3. **Aritmetické slovní úlohy** (Arithmetic: word problems) – v prvních letech vzdělávání děti začínají řešit jednoduché slovní úlohy, přestože jejich složitost se v různých zemích liší. Hlavním zdrojem obtíží bývá identifikace typu problému a integrace verbálních reprezentací do matematických. Např. zadání „*Amy has two candies. She has one candy less than Mary. How many candies does Mary have? (Amy má dvě cukrátky. Má o jedno cukrátko méně než Mary. Kolik cukrátek má Mary?)*“ (Geary, 2000, s. 14) by mělo být převeden na číselnou operaci $2+1$. Nicméně slovo „méně“ je někdy vyloženo jako označení odečítání a problém je pak řešen operací $2-1$. V dalších letech postupně roste složitost těchto úloh a zahrnuje víceřadové problémy. Bez dostatečné praxe zůstává překladová a integrační fáze častým zdrojem chyb i u vysokoškoláků.

Jak jsme si nyní ukázali, Geary zmiňuje i možné obtíže, s jakými se děti běžně potýkají během vývoje matematických dovedností. Jak si ovšem ukážeme níže, přetrvávají-li tyto obtíže u dítěte déle, než je běžné, může se jednat o projevy dyskalkulie.

Geary se dále snažil popsat kvantitativní schopnosti **v dospělosti**. Za jejich nejlepší prediktor považuje to, do jaké míry byly zvládnuty na prvním a druhém stupni školního vzdělávání, jak často byly procvičovány i jak dobře si je jedinec zapamatoval. Autor se domnívá, že se tyto kompetence postupně zhoršují od doby, kdy jedinec opustí školu, pokud však byly dostatečně zautomatizovány, mohou na přetrvávat na vysoké úrovni i ve starším věku. V takovém případě může později dojít k jejich snížení v důsledku zpomalení

procesu zpracovávání informací a redukce kapacity pracovní paměti, a to i ve středním a starším věku. Míra, v níž tyto normální kognitivní změny souvisí s věkem, nebyla dle autora doposud plně objasněna (Geary, 2000).

1.2 Příčiny neúspěchu v matematice

Pojmeme-li zde neúspěch v matematice jako neúspěch ve školním předmětu s tímto názvem, dalo by se o něm uvažovat i v širším kontextu školní neúspěšnosti. Sem pak lze řadit předpoklady ze strany žáka (jako jsou jeho schopnosti a motivace) i ze strany jeho okolí (podnětnost prostředí apod.). Podle Vágnerové (2005) potřebuje mít dítě k dosažení žádoucího úspěchu v oblasti vzdělávání nejen potřebné schopnosti, ale i osobnostní vlastnosti, dobré sociální zázemí i dobrý zdravotní stav.

V oblasti matematiky uvádí autorka jako konkrétní možné příčiny neúspěchu **nedostatek zkušeností** se základy počítání, které by mělo dítě získat v rodině, **nesoustředěnost**, nedostatečnou kapacitu **sémantické pracovní paměti** (tedy udržení potřebných informací v paměti). Za vůbec nejčastější příčinu považuje **nedostatek nadání**, kdy je školní neúspěch generalizovaný do více oblastí. Specifickou **poruchu učení**, která postihuje pouze matematické schopnosti, považuje za mnohem vzácnější.

Butterworth (2002) upozorňuje, že existuje **mnoho možných důvodů** pro podávání slabých výkonů v aritmetice vyučované ve škole, k nimž patří **nevhodný způsob učení**, **problémy v chování a zdravotní problémy**, které postihují zejména ty **části kurikula, kde je každá část postavena na dřívější** (čehož je právě matematika příkladem) spíše než v předmětech zahrnujících celou řadu témat spojených s volně se rozvíjejícím setem znalostí, k nimž patří např. historie a literatura.

Novák (2004) popsal rozdělení poruch a narušení matematických schopností podle jejich příčin a projevů takto:

- **Kalkulastenie** – mírné narušení matematických vědomostí a dovedností vlivem nedostatečné či nevhodné stimulace ze strany školy, rodiny, nebo sociální deprivací

jedince při jinak průměrné nebo i vyšší úrovni předpokladů pro rozvoj matematických dovedností.

- **Oligokalkulie** – zřetelné obtíže s nabýváním a užíváním základních početních dovedností při celkově nízké úrovni všeobecných rozumových schopností, dobrém pedagogickém vedení i obvyklém sociokulturním zázemí dítěte.
- **Akalkulie** – obtíže ve zvládnání jednoduchých početních dovedností, které byly u jedince dříve rozvinuty přiměřeně. Obtíže jsou zpravidla v důsledkem traumatu, jako je např. úraz hlavy či páteře nebo intoxikace organismu. Celková úroveň IQ je přitom na dolní hranici pásma průměru či vyšší.
- **Hypokalkulie** – „*nespecifická porucha rozvoje základních početních dovedností podmíněna nerovnoměrnou skladbou matematických schopností a mírným snížením jejich úrovně do pásma podprůměru*“ (Novák, 2004, s. 20). Nejvíce se projeví v období nárůstu obtížnosti matematického učiva i při požadavku na automatizaci elementárních početních dovedností. Žák vykazuje nápadně pomalé pracovní tempo či vysokou chybovost. Přesto „*představuje obecnou, běžnou poruchu, která ovlivňuje zpravidla všechny oblasti učiva matematiky a s níž se učitelé u žáků ve školách setkávají často*“ (tamtéž). U jedince jsou též přítomny projevy dysfunkcí CNS. Celková úroveň všeobecných rozumových schopností je přitom na spodní hranici pásma průměru či vyšší. Jak si však ukážeme níže, přestože Novák označuje mírné snížení matematických schopností do podprůměru (při průměrných intelektových schopnostech) jako hypokalkulii, někteří zahraniční autoři (Landerl a kol., 2009; Szucs a kol. 2013) by pravděpodobně za takových podmínek přidělili jedinci diagnózu dyskalkulie.
- **Dyskalkulie** – patří ke specifickým poruchám učení, jimž jsou věnovány následující kapitoly.

Pro úplnost Novák (2004, s. 14-15) uvádí také termín **hyperkalkulie**. „*Jde naopak o zjevně nadprůměrnou, a tudíž k věku nebo ročníku školní docházky nepřiměřeně vysokou*

výkonnost jedince v matematice, ačkoliv celková úroveň rozumových schopností koresponduje s průměrem rovněž tak, jako i kvality osvojování si učiva v ostatních předmětech“. Podle této definice tedy někteří jedinci vykazují v oblasti matematiky výkony podstatně vyšší, než by odpovídalo jejich celkovým intelektovým schopnostem.

2 Specifické poruchy učení

Specifické poruchy učení (dále SPU) představují diagnostickou kategorii sloužící k souhrnnému označení výukových problémů vznikajících jako důsledek **oslabení dílčích funkcí** ovlivňující rozvoj různých školních dovedností. Nejsou však způsobeny postižením zraku, sluchu, motoriky, mentální retardací ani jinou psychickou poruchou a ani nepříznivými vlivy prostředí jedince. Jedinci s SPU často mívají nerovnoměrně rozvinuté schopnosti a mohou si tak v některých školních předmětech vést výrazně hůře než v jiných. Může se také stát, že selhávají spíše v oblastech zdánlivě snadných, přestože objektivně obtížnější zvládají lépe (Vágnerová, 2005). Zahrnují skupinu poruch, které předpokládají např. určitou dysfunkci centrálního nervového systému (Hartl, 2010). K nejznámějším patří: dyslexie, dysgrafie, dysortografie a dyskalkulie.

Dysgrafie je definována jako „*specifická porucha psaní postihující písemný projev, který bývá nečitelný a neuspořádaný; dítě si nepamatuje tvary písmen, zaměňuje tvarově podobná písmena, píše pomalu a s námahou*“ (Slowík, 2007, s. 127). V důsledku těchto obtíží má jedinec problémy plně se koncentrovat i na správnost pravopisu, gramatiku, obsahovou stránku psaného projevu atd.¹

Dyslexie je definována jako „*porucha učení, při níž se jedinec potýká s problémy s rozpoznáváním a zapamatováním si jednotlivých písmen, zvláště pak s rozlišováním písmen tvarově podobných; má potíže rychlostí čtení, správností čtení a s porozuměním čteného textu*“ (Slowík, 2007, s. 127). Děti s dyslexií často trpí různými drobnějšími percepčními poruchami ve zpracování zrakově či sluchově prezentovaných informací do jednoho celku. Jde o potíže závislé na funkcích příslušných oblastí mozku i jejich propojení (Vágnerová, 2005).

Portešová (2011) vychází především z **fonologické teorie**, která uvádí jako jednu z klíčových příčin dyslexie nedokonalé fonologické zpracování řeči, jež se projevuje ve schopnosti rozpoznat, uchovávat a vybavovat základní funkční jednotky řeči - tzv. fomény.

¹ Dyslexie se podle této autorky může rozvinout na základě specifické poruchy mluvené řeči – vývojové dysfázie. I když se dysfatické potíže postupně upraví, projeví se ve školním věku dyslektickými. V důsledku receptivní vývojové dysfázie mají pak děti s touto poruchou problémy porozumět významu čteného textu.

Psaní jakožto grafické zaznamenávání slyšeného (tedy mluvené řeči) podle ní bývá pro děti s dyslexií značně komplikované. Někteří další autoři, jako je např. Vágnerová (2005), Kucharská (2014) či Wolf (1999 in Osmon a kol., 2006), uvádějí kromě fonologického deficitu také poruchy zpracování **ortografických informací**, tedy potíže v oblasti vizuální percepce, a také poruchy vývoje řeči související s opožděným vývojem **sémantických a syntaktických schopností** (projevující se např. plynulostí pojmenovávání písmen či slov a rychlostí pojmenování při čtení je pak signálem úrovně identifikace slov) i další oblasti deficitů.

Dysortografie je definována jako „*specifická porucha pravopisu, která se projevuje tzv. specifickými chybami v pravopisu (např. narušená schopnost rozlišování měkkých a tvrdých slabik nebo sykavek)*“ (Slowík, 2007, s. 127). Zatímco Hartl (2010) spojuje dysortografii s dysgrafií, Portešová (2011) ji spojuje naopak s dyslexií. Podle ní mají obě poruchy stejnou příčinu (deficit ve schopnosti fonologického zpracování řeči) a obě se projevují poruchou pravopisu, proto mezi nimi příliš nerozlišuje. Podle Slowíka se tato porucha často vyskytuje jak v kombinaci s dysgrafií, tak i v kombinaci s dyslexií.

Dyskalkulii jakožto poruše matematických schopností se budeme podrobněji věnovat v následujících kapitolách.

Pro úplnost můžeme jmenovat i další, k nimž patří k nimž patří **dyspinxie** (porucha v oblasti kresebných dovedností), **dysmúzie** (porucha v oblasti hudebních dovedností) a **dyspraxie** (porucha obratnosti) (Blažková, 2009).

3 Dyskalkulie

Dyskalkulie, jak vyplývá z mnoha definic, patří mezi specifické poruchy učení a vyznačuje se značnými obtížemi v oblasti matematických schopností, které nelze vysvětlit nízkou inteligencí ani nedostatečnou školní přípravou takto postiženého jedince. V literatuře bývá též označována jako vývojová dyskalkulie, specifická porucha matematických schopností a dovedností apod. My budeme nadále pracovat především s označením dyskalkulie.

Ještě než si vymezíme definice dyskalkulie, v následujících řádcích se budeme věnovat zhodnocení současného stavu poznání této problematiky.

3.1 Dyskalkulie jako neznámý fenomén

V naší literatuře, jak se zdá, je dyskalkulii věnováno výrazně méně pozornosti než dyslexii či dysortografii. Také zahraniční autoři reflektují nedostatek informací o této poruše vnímají tuto oblast jako relativně málo probádanou. Hannell (2013) to považuje za důsledek jakési **všeobecné neoblíbenosti matematiky** jako vyučovacího předmětu. Upozorňuje na to, že i dospělí lidé často vtipkují, jak jsou beznadějní v matematice, zatímco jen zřídka uslyšíme vtipy narážející na něčí beznadějnost ve čtení. Butterworth (2003) se domnívá, že tak jako u dyslexie před dvaceti lety bývá **slabý výkon považován za projev obecně nízkých kognitivních schopností**. Oba tito autoři přitom vnímají dyskalkulii jako přibližně stejně častou poruchu učení jako je dyslexie.

Gillum (2012) reflektuje psaní článku o dyskalkulii jako obtížných úkol z důvodu nedostatku literatury, přičemž se většina dosavadních článků zabývala spíše matematickými obtížemi z obecnějšího hlediska a v důsledku jiných příčin. Zmiňuje i to, že se v odborných časopisech setkal častěji s články o dyslexii než s články o dyskalkulii.

Kuhn (2015) ji považuje za relativně opomíjenou z hlediska výzkumu i financování. Butterworth a kol. (2011, s. 1049) uvádějí konkrétněji, že *„since 2000, NIH has spent \$107.2 million funding dyslexia research but only \$2.3 million on dyscalculia*

(od roku 2000 NIH² utratili 107,2 milionů dolarů na financování výzkumu dyslexie, ale pouze 2.3 milionu dolarů na dyskalkulii)“. Tito autoři se přitom domnívají, že by včasná a efektivní intervence mohla redukovat pozdější dopady obtíží v matematice (které mohou v dospělosti obnášet nižší platy, častější nemocnost i vyšší pravděpodobnost potyček se zákony) podobně jako u dyslexie. I přes finanční náročnost těchto intervencí je autoři považují za výhodnější než vynakládání finančních prostředků na řešení později vzniklých následků (Butterworth a kol., 2011; Kuhn, 2015). Butterworth a kol. (2011, s. 1051) konkrétně uvádějí, že „*Although very expensive, it promises to repay 12 to 19 times the investment (přes vysokou nákladnost to slibuje to návratnost 12 až 19tinásobek investovaného)*“. Z těchto důvodů se zdá být vhodné věnovat dyskalkulii více pozornosti a začít tak dříve předcházet jejím možným pozdějším následkům.

3.2 Definice a vymezení

V části kapitoly se zaměříme na různá pojetí dyskalkulie a všimnout si, na co se autoři zaměřují při jejím definování.

Některé definice dyskalkulie se zaměřují přímo na **obtíže v matematice**. Např. podle definice Hartla je dyskalkulie „vývojová porucha učení, která se projevuje neschopností dítěte naučit se počítat, zvládat číselné řady, číst matematické symboly a provádět matematické operace“ (Hartl, 2010, s. 113).

Mnohé také zmiňují **rozdíl mezi podávanými výkony v oblasti v matematiky a intelektovými schopnostmi** dítěte s touto poruchou, která by měla být na podstatně vyšší úrovni. Např. Simon uvádí, že „dítě v určitém školním předmětu (matematice) podává podstatně horší výkony, než by se vzhledem k jeho inteligenci dalo očekávat“ (Simon, 2006, s. 19). Někteří autoři ve svých definicích zmiňují kromě podmínky inteligence také podmínku **standardních podmínek k učení** (Vágnerová, 2008) nebo **obvyklé sociokulturní zázemí** dítěte (Novák, 2004).

²

Zkratka pro National Institutes of Health (Národní instituty zdraví)

A konečně, 10. revize Mezinárodní klasifikace nemocí (MKN-10, 2006) definuje tuto poruchu jakožto specifickou poruchu počítání (F81.2) následovně: „*Tato porucha se týká specifické poruchy schopnosti počítat, která není vysvětlitelná pouze mentální retardací nebo nepostačující výukou. Defekt je především v neschopnosti běžného počítání, sčítání, odčítání, násobení a dělení, spíše než abstraktnějších početních úkonů, jako je algebra, trigonometrie, geometrie nebo vyšší matematika*“. Oproti výše zmíněným definicím z ní navíc jasně vyplývá, že se porucha týká spíše **základních početních dovedností** než těch vyšších. Také Butterworth a kol. (2011) i Gillum (2012) uvádějí, že dyskalkulie postihuje především získávání **aritmetických dovedností**. Butterworth a kol. (2011, s. 1049) konkrétně uvádějí, že „*Although the literature is riddled with different terminologies, all seem to refer to the existence of a severe disability in learning arithmetic (Přestože literatura je plná různé terminologie, zdá se, že všechna odkazuje na existenci závažně snížené schopnosti učit se aritmetiku)*“. Poukazují tím také **nejednotnost terminologie**.

3.3 Příčiny vzniku dyskalkulie

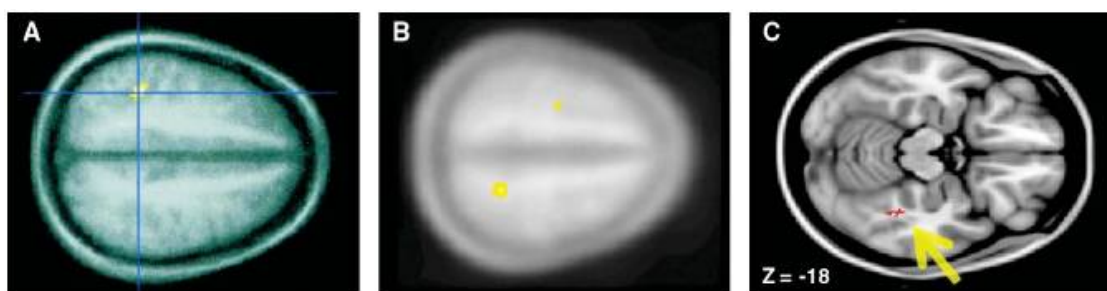
Podle Vágnerové (2005) jsou příčiny dyskalkulie především biologické, závislé buď na dědičných předpokladech nebo důsledkem specifického poškození některé z oblastí CNS. Protože matematické schopnosti vyžadují **fungování různých mozkových struktur** lokalizovaných v obou hemisférách, předpokládá autorka značnou **variabilitu** jejich možného postižení.

Např. zrání kůry **frontálního (čelního) mozkového laloku** souvisí se zpracováváním informací a koordinací jednotlivých dílčích kroků při řešení matematických příkladů (jako je rozklad dvouciferných čísel), **temenní oblasti** obou hemisfér souvisí s vizuálně prostorovými reprezentacemi čísel a jejich fungování je důležité také při počítání na prstech (které je považováno za základ rozvoje matematických dovedností) a **temporální lalok**, frontální lalok i další oblasti levé hemisféry ovlivňují jazykové funkce na něž jsou vázány aritmetické operace (Vágnerová, 2005).

Význam různých mozkových oblastí pro rozvoj matematických dovedností uvádějí i zahraniční autoři, více však zdůrazňují **intraparietální sulcus** (IPS) nacházející se v parietálním laloku (Butterworth a kol., 2011; Gillum, 2012; Kuhn, 2015). Tato oblast

bývá spojována s **vnímáním množství** – **numerosity** a dokonce i její dočasné poškození může způsobit u dospělých jedinců, kteří dříve neměli obtíže v matematice, symptomy typické pro dospělé jedince s dyskalkulií (Gillum, 2012).

Obrázek č. 1: Abnormality v mozcích mladých dyskalkuliků naznačujících významnou roli IPS: A - oblast s oslabením šedé hmoty levého IPS u dospívajícího dyskalkulika; B - oblast s oslabením šedé hmoty u pravého IPS u devítiletého dyskalkulika; C - snížená pravděpodobnost spojení mezi různými oblastmi mozku včetně IPS (Butterworth a kol., 2011, s. 1051).



Butterworth a kol. (2002, 2010, 2011) považují deficity ve vnímání množství za hlavní příčinu rozvoje dyskalkulie. Vnímáním množství se ve svých studiích zabývali i další zahraniční autoři a jejich výsledky potvrdily souvislost mezi touto schopností s výsledky v testech matematiky (Landerl a kol., 2004, 2009; Szucs a kol., 2013). Přesto Gillum (2012) uvádí, že ačkoliv panuje **všeobecná shoda v tom, že oslabení ve vnímání množství (numerosity) patří k hlavním příčinám dyskalkulie**, nemáme dostatečné důkazy pro to považovat tuto příčinu za jedinou možnou. Dokonce i Butterworth a kol. (2011) připouští, že ne všechny oblasti matematiky jsou závislé na této schopnosti tolik jako aritmetika a že existují jedinci se závažnou dyskalkulií, kteří vynikají v geometrii, používají statistické soubory a zvládají na vysoké úrovni programování na počítači.

3.4 Prevalence dyskalkulie

Informace o výskytu SPU obecně se liší napříč různými zeměmi. Uvažovat zde můžeme jednak o rozdílných vzdělávacích přístupech v různých zemích (Geary, 2000; Kucharská, 2014), ale také o využívaných diagnostických kritériích či civilizačních tlacích (Kucharská, 2014).

Neexistuje tedy ani jednoznačná shoda v tom, jaká je v populaci četnost výskytu dyskalkulie. V **česky psané literatuře** se mnohdy uvádí, že se tato specifická porucha učení vyskytuje **vzácněji než ostatní**. Vágnerová uvádí, že „*frekvence této poruchy dosahuje pravděpodobně jen zlomku procenta*“ (Vágnerová, 2005, s. 84). Novák (2004) považuje za reálný výskyt dyskalkulie kolem 3% dětské populace a domnívá se, že „*nelze přijmout názory, že tyto děti tvoří zanedbatelnou část populace, nebo dokonce že se s nimi někteří pedagogové ještě nesetkali*“ (Novák, 2004, s. 17), zatímco podle Košče (1972) se vývojová dyskalkulie vyskytuje u 5-6% dětí.

Také v **zahraničí literatuře** se údaje o prevalenci dyskalkulie liší. Szucs a kol. (2013) či Kuhn (2015) uvádějí výskyt dyskalkulie v rozsahu od 3 do 6%. Někteří autoři se shodují v tom, že dyskalkulie je **stejně častou poruchou jako dyslexie**, a to např. Kaufmann, von Aster (2012), kteří výskyt obou poruch odhadují na přibližně 5% nebo Landerl a kol. (2009), kteří výskyt odhadují na 4-7%. Hannell (2013) i Butterworth a kol. (2011), předpokládají výskyt 5-7% dětí s dyskalkulií.

I přes určitou nejednotnost údajů o prevalenci dyskalkulie se zdá, že alespoň v anglicky psané literatuře se počítá s relativně častějším výskytem jedinců s dyskalkulií než u nás.

3.5 Typy vývojových dyskalkulií

V naší literatuře se často setkáváme s dělením vývojových dyskalkulií dle Košče, a to na základě jejích jednotlivých možných projevů, ale i se zřetelem na vývojová období dítěte, kdy se projeví; dítě nejprve vnímá a manipuluje, následně čte, zapisuje, provádí početní operace a nakonec usuzuje na postup jednotlivých kroků při řešení početní úlohy (Novák, 2004). Přesto se některé typy dyskalkulií mohou vyskytovat souběžně nebo v kombinaci s dalšími specifickými poruchami učení a jedná se o následující.

1. **Praktognostická dyskalkulie** zasahuje rozvoj tzv. předčíselných dovedností, které jsou předpokladem pro rozvoj chápání významu čísel i smyslů početních operací. Projevuje se obtížemi při členění předmětů podle jednoho či více znaků, jakou jsou barva, tvar a velikost.

2. **Verbální dyskalkulie** se projevuje omezenou schopností rozumět významu běžného matematického pojmosloví a slovně označovat množství nebo počty předmětů, operační znaky a matematické úkony vůbec. Vyznačuje např. se nejistotou a nespolehlivostí ve vyjmenovávání číselných řad (např. 42, 41, 30, 39, 38...), kdy může dojít k přeskokování čísel, zarážkám apod., či při označení „o 4 více“ a „4 krát více“.
3. **Lexická dyskalkulie**, která bývá označována i za numerickou dyslexii, se projevuje sníženou schopností číst matematické symboly, číslice, operační znaky (např. +, -, :, x), geometrické tvary a další. Za důležité považuji zmínit, že se tato porucha může vyskytovat i samostatně bez narušení čtení písmen.
4. **Grafická dyskalkulie** představuje omezenou schopnost psát matematické znaky formou diktátu či přepisu. Jedinec je píše v opačném pořadí, v nepřiměřené velikosti a v geometrii se mohou objevit problémy při rýsování jednoduchých obrazců. Může se projevit i narušením jinak dobře zvládnutých početních operací z paměti, jsou-li prováděny písemně. Bývá též označována za numerickou dysgrafii, nejde však o obecnější poruchu motoriky.
5. **Operacionální dyskalkulie** znamená omezenou schopnost provádět početní operace. Kromě obtíží ve sčítání, odečítání, násobení a dělení (u nichž nedochází k dostatečné automatizaci) se může projevit i nahrazováním složitějších početních operací jednoduššími, a to třeba kumulativním sčítáním namísto násobení. Jiným projevem je písemné řešení i velmi jednoduchých případů, případně dlouho přetrvávající počítání na prstech. Řešení složitějších operací probíhá nápadně pomalu.
6. **Ideognostická dyskalkulie** ovlivňuje chápání matematických pojmů a vztahů mezi nimi. To se může projevit ve schopnosti chápat vztahy v číselných řadách (Zelinková, 1994, 2009), v postupech řešení úloh, do správné volby adekvátních početních operací, a nejzřetelněji pak při řešení komplexních nebo-li slovních úloh.

V zahraniční literatuře se s tímto dělením vývojových dyskalkulií běžně nesetkáme. Autoři Osmon a kol. (2006) nicméně přišli s jiným způsobem dělení. Na základě dřívějších

studií a jejich vlastního výzkumu, kde s pomocí shlukové analýzy zkoumali souvislosti mezi dyskalkulií, exekutivními a prostorovými dovednostmi, předpokládají tyto tři skupiny jedinců s dyskalkulií:

1. **Skupina s pouze prostorovým deficitem,**
2. **Skupina s deficitem pouze v exekutivních funkcích a**
3. **Skupina s tzv. dvojím deficitem prostorových i exekutivních funkcí**

Více našich i zahraničních autorů se shoduje, že jedinci s dyskalkulií mohou mít obtíže v oblasti **vizuoprostorových dovedností** (visuospatial skills) či prostorových funkcí i **vizuoprostorové paměti** (visuo-spatial memory) (Kaufmann, von Aster, 2012; Landerl a kol. 2004, 2009; Szucs a kol. 2013; Kuhn, 2015; Novák, 2004; Vágnerová, Klégrová, 2008; Trapse, Skalová, 2013). Přesto, což je patrné i z výzkumu autorů Landerl a kol., (2009), se tento prostorový deficit nemusí projevit u všech jedinců s dyskalkulií.

Exekutivní funkce bývají obecně chápány jako schopnost organizovat vlastní aktivitu, koordinovat i regulovat svou činnost (Vágnerová, 2005). Ve vztahu k matematickým schopnostem Landerl a kol. (2004) uvádějí obtíže v exekutivních funkcích nutných pro nalézání strategií řešení matematických problémů projevující se jako vysoká chybovost a dlouhý čas nutný k řešení.

Přestože více autorů upozorňuje na možné deficity v prostorových či exekutivních funkcích, s tímto dělením se u jiných autorů běžně nesetkáme. Spíše se setkáme s dělením dyskalkulie na **subtypy z toho hlediska, zda se jedná o izolovanou dyskalkulii nebo v kombinaci s dalšími poruchami** učení nebo poruchami pozornosti (Landerl a kol, 2004; Kaufmann, von Aster, 2012).

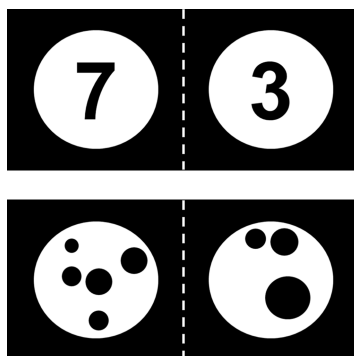
3.6 Typické obtíže v matematice

Zde se budeme věnovat některým konkrétním problémům a obtížím, s nimiž se jedinci s dyskalkulií mohou setkávat.

Jak již bylo uvedeno, mnoho zahraničních autorů poukazuje na deficity ve vnímání množství – **numerosity**, které považují za jedno z možných zakládajících příčin obtíží v matematice (Butterworth, 2002; Landerl a kol, 2004, 2009; Gillum, 2012; Szucs a kol. 2013; Kuhn, 2015), a také deficity v související schopnosti označované jako **subitising** spočívající ve schopnosti odhadnout bez počítání, zda se jedná o jeden, dva, tři nebo čtyři předměty či body v setu (Landerl a kol, 2004; Simon, 2006). Rozlišují přitom:

- **Symbolické vnímání množství** (symbolic numerosity) - zahrnující např. schopnost rozpoznat, které ze dvou čísel má větší hodnotu (např. 3 a 4);
- **Nesymbolické vnímání množství** (non-symbolic numerosity) – schopnost určit např. ze dvou skupin předmětů tu, do níž patří více předmětů nebo ze dvou vyznačených polí to, kde se nachází více puntíků.

Obrázek č. 2: Ukázka úloh na symbolické (nahore) a nesymbolické (dole) porovnávání množství (Kuhn, 2015. s. 72).



Kuhn (2015) mezi obtížemi dětí s dyskalkulií uvádí deficit v **symbolickém zpracovávání čísel**, ve **vybavování aritmetických faktů** i obtíže ohledně **početních strategií** při výpočtech.

Butterworth a kol. (2011) uvádějí mj. možnost vypořádat indikátory dyskalkulie během karetních her. Mají-li jedinci s dyskalkulií označit ze dvou karet zobrazujících např. 5 a 8 karet s vyšší hodnotou, počítají zvlášť všechny symboly na každé kartě.

Podle Simona (2006) považují děti s dyskalkulií **matematiku za samoúčelnou**, za systém různých pravidel, jaká je třeba přísně dodržovat, abychom došli ke správným

výsledkům v podobě čísel. Protože však mají problém propojit nové poznatky se starými a nenalézají souvislosti mezi fakty, dochází k tomu, že je přidávají k pomyslné hromádce nepochopených vysvětlení a pravidel, jejichž účelem je především trénink paměti a nerozpoznávají přitom vztah mezi matematikou a realitou. Konkrétní obtíže se pokusil popsat a vysvětlit také z pohledu dítěte. V následujících řádcích se budeme věnovat alespoň některým z nich.

3.6.1 Problémy při počítání předmětů

Pro dítě s dyskalkulií znamená počítání předmětů činnost, která se vyžaduje, pokud je jim položena otázka obsahující slovo „kolik“. Účelem počítání je zjistit číslo a číslo je slovo či písmeno utvořené s číslic, součástí říkadla „jedna, dvě, tři...“ a pomocí čísel se různými způsoby tvoří další. I když dítě správně spočítá určité množství předmětů, je-li na jejich počet tážáno, začne je přepočítávat znovu v důsledku chybějící představy počtu prvků daného čísla. Podivně též může na ostatní působit, musí-li dítě při pohledu na dvě množiny o stejném počtu prvků počítat každou zvlášť, zatímco pro ostatní je stejný počet prvků v obou množinách očividný (Simon, 2006).

3.6.2 Problémy v základních početních úkonech

Sčítání i násobení patří dle dětí s dyskalkulií k činnostem, které mohou provádět s čísly a ze kterých vyjdou nová čísla. To se dá provádět různými způsoby (i na kalkulačce). Simon vidí smysl v používání čísel jen tehdy, chápeme-li je jako vlastnosti množin, kdy číslo označuje určitý počet předmětů. Některé děti dlouho sčítají **pomocí prstů**, a když již dítěti při počítání větších čísel počet prstů nestačí, některé se snaží použít jednu ruku vícekrát musí si tedy pamatovat, kolikrát tak učinilo. Jindy děti sčítají tím způsobem, že v duchu **postupují po číselné řadě**. Některé tak nedojdou ke správnému výsledku, protože např. neučiní odpovídající počet kroků. Jiné přičítají i počáteční číslo řady, počítají-li např. $5+4$ tak, že vyjmenují čísla 5, 6, 7, 8 a za správný výsledek příkladu považují právě 8.

Podobné obtíže se pak mohou vyskytovat i při odečítání, násobení a dělení. Jsou-li např. řady násobků dětem vysvětleny tak, že k předešlému výsledku vždy přičtou stejné

číslo a má-li dítě problémy se sčítáním, komplikuje to i násobení. Některým dětem se stává, že při počítání zamění jednu řadu násobků za jinou. U příkladu 6×3 vyjmenuje tato čísla: 3, 6, 9, 12, 16, 20 (od čísla 12 přičítá vždy číslo 4 namísto 3, přejde tedy od násobků čísla 3 k násobkům čísla 4) chybně tak dojde k výsledku 20 (Simon, 2006).

3.6.3 Problémy se slovními úlohami

Přestože slovní úlohy mají zdůraznit praktickou stránku matematiky, velká část dětí s dyskalkulií je řeší pomocí slov, jaká považují za napovídající. K nim patří např. „dohromady“, které pro dítě znamená sčítání a znak +. Pokud pak mají řešit úlohu „*Katka má 7 bonbonů a Dan má o 5 bonbonů více než Katka. Kolik bonbonů mají dohromady?*“ (Simon, 2006, s. 43), často ji interpretují tak, že je třeba sečíst čísla 7 a 5 a chybně tak dojdou ke konečnému výsledku 12.

Jak autor dále poukazuje, v diskusích týkajících se problematiky slovních se často objevuje téma tzv. **kapitánských úloh**, které jsou nesmyslné vzhledem k vnitřní souvislosti, např. „*na jedné lodi je 20 krav, 8 koz a 6 prasat. Kolik let má kapitán?*“ (Simon, 2006, s. 43), a přesto je děti počítají. Dojdou-li děti k výsledku, že je kapitán starý 34 let, nemusí to znamenat, že by si nevšimly nesmyslnosti zadání úloh. Spíše se domnívají, že má i taková úloha prověřit jejich početní dovednosti a že je od nich tento výsledek očekáván.

Jako další z problémů Simon vidí to, že většina slovních úloh z hlediska svého obsahu jen stěží upoutá dětskou pozornost a děti pak mohou uvažovat následujícím způsobem: „*Musím opravdu umět odčítat proto, abych věděl, že zůstane jedna sova, když dvě ze tří uletí?*“, nebo „*proč mám vědět, že když si mezi sebou Klára a Tomáš, které vůbec neznám, rozdělí 19 medvídků, jeden zůstane?*“ (Simon, 2006, s. 44). Na stejný problém poukazuje i Hannel (2013), který tento jev označuje jako „**Who cares? Factor**“ („Koho-to-zajímá?-faktor“, tedy faktor nezájmu).

3.6.4 Dyskalkulie na 2. stupni základní školy

Na 2. stupni ZŠ se již předpokládá zvládnutí učiva matematiky v oboru přirozených čísel a zvyšují se požadavky na abstrakci, zobecňování, používání induktivních metod apod. Např. algoritmy písemných operací vyžadují schopnost dodržovat přesný postup jednotlivých kroků a kladou nároky na krátkodobou i dlouhodobou paměť. Z těchto algoritmů považuje Blažková (2005) za nejnáročnější písemné dělení, kam jsou integrovány všechny operace, které se dítě doposud naučilo, a navíc se jedná o postup odlišný od ostatních písemných operací a mimo jiné zahrnuje i vytvoření hypotéz a ověřování jejich správnosti i zvládnutí složitého schématu zápisu čísel.

3.6.5 Projevy dyskalkulie na střední škole

Podle Nováka (2004) shledáváme na středních školách nízký výskyt projevů dyskalkulie oproti dřívějším vývojovým obdobím jedinců, což je ovlivněno mj. volbou školy a náročností zvoleného oboru lépe odpovídají předpokladům jedince, ale také nízkým odborným povědomím o dyskalkuliích na středních školách.

Spíše než obtíže v základních početních dovednostech zde bývají pedagogy shledávána pomalost a nespolehlivost v numerickém počítání, nízký matematický úsudek a aplikace algebraických výrazů. Na středních odborných učilištích se oproti tomu projevuje především vysoká chybovost v numerickém počítání (vč. písemného), omezené zvládnutí početních operací s desetinnými čísly a zlomky, převody vah, měr a objemů i obtíže při řešení slovních úloh. Při kontrolních vyšetřeních na specializovaných pracovištích se odborníci setkávají především s operacionální formou vývojové dyskalkulie (spíše než s ideognostickou) a i nadále zákonnost umožňuje akceptovat důsledky dyskalkulie při vzdělávání studenta v matematických předmětech, a to i při konání závěrečné či maturitní zkoušky (Novák, 2004).

3.7 Dyskalkulie v kombinaci s dalšími poruchami učení

Jednotlivé SPU se u jedince často vyskytují spolu s dalšími, čímž tvoří komorbiditu.

Kaufmann, von Aster (2012) se domnívají, že souběhem dyslexie a dyskalkulie trpí od 20 do 60% ze všech dětí s dyskalkulií, zatímco Kuhn (2015) odhaduje 20-70% a také to, že kolem 30% dětí s poruchou pozornosti (ADHD) trpí současně poruchou učení. U nás dle dostupných údajů více než polovina dětí SPU trpí více poruchami zároveň. Např. Gebhardtová (1994 in Kucharská, 2006) zjistila ve svém vzorku 152 dětí 62% smíšených typů.

Kromě toho se zdá být obtížné u některých jedinců rozpoznat, zda trpí pouze jedinou SPU (dyslexií) nebo zda jsou jejich obtíže způsobeny poruchou další (dyskalkulií), jak si ukážeme v následujících odstavcích.

Blažková (2005), Vágnerová (2005) i Portešová (2011) se shodují v tom, že i u dětí s dyslexií se mohou projevit obtíže v matematice, což se mj. může promítnout i do jejich celkových výsledků v inteligenčních testech zahrnujících takové subtesty. Příčinu vidí v deficitech v oblasti pracovní paměti, v omezenější krátkodobé verbální paměti i ve snížené odolnosti vůči rušivým vlivům. Portešová (2011, s. 74) tyto obtíže popisovala i u intelektově nadaných dětí s dyslexií a uvedla následující příklad: *„Veronika je v matematice schopna velmi rychle porozumět složité podstatě komplikovaného matematického problému, řeší jej logicky zcela správně, na velmi abstraktní úrovni, dovede najít i nové způsoby řešení, ale málokdy dojde k správnému výsledku. Často se totiž splete v jednoduché numerické operaci nebo zapomene provést dílčí úkol ve správně naplánovaném sledu po sobě jdoucích kroků (například vše nakonec vynásobit, vydělit, převést jednotky apod.)“*.

Hannell (2013) upozorňuje, že potíže ve čtení mohou mít přímé a negativní dopady na výkon žáka v matematice. **Pomalé a nepřesné čtení** může samo o sobě způsobovat chyby. Protože žák příliš mnoho času tráví při čtení zadání, může mít také sníženou motivaci. Von Aster a Shalev (2007 in Kaufman, von Aster 2012) se domnívají, že také **fonologický deficit může souviset se slabším výkonem v matematice** během prvních let formálního vzdělávání, připouštějí však nedostatek empirických důkazů. Podle Kuhna (2015) mají děti s dyslexií narušenou plynulost počítání, a tedy i vybavování matematických faktů, což souvisí s vybavováním fonologických reprezentací z dlouhodobé paměti.

Navzdory tomu **ze studií** autorů Landerl a kol. (2004, 2009) **nevyplýnulo, že by děti s dyslexií dosahovaly statisticky významně nižších výsledků v použitých testech matematických schopností** ve srovnání s kontrolní skupinou.

Landerl a kol. (2009) uvádějí, že zatímco **příčinou dyslexie bývá především deficit ve fonologickém zpracování, u žáků s dyskalkulií jde především o problém ve vnímání velikostí** (magnitudes) a množství (numerosity) – jde tedy o různé deficity. Butterworth a kol. (2011) se domnívají, že ačkoliv se obě tyto poruchy vyskytují společně častěji, než by odpovídalo náhodě, nemáme dostatek důkazů o jediném zakládajícím deficitu obou těchto poruch a že **faktory, které tyto poruchy způsobují, jsou oddělené a nejsou na sobě zcela závislé.**

Jak jsme si ukázali, přestože se naši i zahraniční autoři shodují v tom, že se poruchy učení často vyskytují společně (někdy i spolu s poruchou pozornosti), neexistuje všeobecná shoda, jak vysokého procenta případů dětí s poruchami učení se to týká. Stejně tak se na základě uvedených informací zdají být diskutabilní obtíže v matematice u jedinců s izolovanou dyslexií.

3.8 Dyskalkulie a dvojí výjimečnost

Dyskalkulie se může vyskytovat nejen v kombinaci s dalšími poruchami, ale někdy také spolu s **mimořádným nadáním**. Děti, u nichž se projeví souběh nadání a handicapu včetně SPU, bývají označovány jako **dvakrát výjimeční** nebo jako **paradoxní žáci** (Portešová, 2011). Protože díky svému nadání podávají mimořádné výkony v některých oblastech vzdělávání a do jiných se naopak promítají deficity způsobené poruchami učení, celkově vykazují velmi nevyrovnané, tedy paradoxní výsledky napříč různými školními předměty.

Novotná a Durmeková (2009) popsaly školní obtíže jedenáctiletého chlapce s těžkými poruchami učení a dyskalkulickými obtížemi při celkovém IQ 133 (naměřeným metodou WISC-III) a dotkly se též jeho výsledků v matematice: „*Z matiky mám přes rok 1 a 2, jenže pak nestihnu dopsat závěrečnou písemku a zkazím si tím průměr. Někdy mi to učitelka nechá dopsat o přestávce, ale to už jsem tak nervózní, že na nic nepřijdu*“ (Novotná, Durmeková, 2009, s. 34).

Podle Newmana (1998), se můžeme setkat se studenty, kteří mají řadu obtíží v matematice, přestože ostatní školní předměty jsou pro ně snadné. Dosahují vysokých výsledků v IQ testech, celkově se rychle učí, bývají výbornými čtenáři i kreativními spisovateli a podávají vynikající výkony ve všech předmětech, kde lze tyto dovednosti uplatnit. Jde-li však o pochopení a uplatnění matematických schopností, dochází u nich k výraznému selhávání, což je pro ně frustrující a někdy svou kreativitu využívají k tomu, aby se vyhnuli úkolům zahrnujícím matematiku.

Nadané děti s dyskalkulií mají méně příležitostí prokázat své schopnosti, mívají obtíže při organizování početních operací, při zapamatování významu matematických symbolů nebo tendenci přehazovat pořadí číslic (Besnoy, 2006), při memorizování základních matematických faktů a v důsledku problémů ve vizuoprostorové orientaci např. i obtíže zarovnat čísla do správných sloupců (Himelright, 2013). Besnoy (2006) uvádí příklad nadaného žáka jménem Joshua, kterému byla ve třetí třídě diagnostikována dyskalkulie. Nejprve trávil většinu času v běžné třídě a pouze docházel do jiné třídy na výuku matematiky za účelem postupně snižovat jeho obtíže. Do osmé třídy nebyl identifikován jako nadaný. Během osmé třídy napsal vědecký projekt, v němž zkoumal účinky pracích prostředků a teploty vody na blednutí barev u různých typů tkanin, s nímž se umístil na třetím místě ve státní vědecké soutěži. Navíc mu bylo navrženo rozšiřující studium vědeckých na střední škole. Následně bylo pomocí verbálního inteligenčního testu zjištěno, že chlapcovo IQ je vyšší než 125. Chlapec si zapsal kromě vědeckých předmětů také rozšiřující historii a anglický jazyk, přestože nadále pokračoval v individualizované výuce matematiky.

Otázkám měření inteligence i nevyrovnanostem v profilu schopností u dětí s dyskalkulií se budeme ještě věnovat níže.

3.9 Emocionální a psychosomatické problémy

Mnozí autoři upozorňují na emocionální a psychosomatické problémy dětí ať již v kontextu školní neúspěšnosti obecně (Vágnerová, 2005), v kontextu specifických poruch učení (Portešová, 2011), tak i přímo v kontextu dyskalkulie.

Butterworth (2002) cituje emocionální problémy konkrétních žáků s dyskalkulií, např.: „*I would cry and I wish I was at home with my mum and it would be ... I won't have to do any maths and come out ...come back when it was the end of maths (chce se mi brečet a přeji si být doma s mojí mámou a bylo by to... nemuset dělat žádnou matematiku a jít pryč... vrátit se, až matematika skončí)*“, „*I'm not good, and I don't like it when my mum says that (nejsem dobrý a nemám rád, když mi to moje máma říká)*“ (s. 3), „*and then she goes hide in the corner - nobody knows where she is and she's crying there (a ona se pak jde schovat za roh – nikdo neví, kde je a ona tam brečí)*“ (s. 11). Cituje též děti, které si pro své obtíže ani nepřipadají dostatečně chytré: „*I wish I was like a clever person (Chtěl bych být jako chytrý člověk)*“ (s.11).

V důsledku strachu, nadměrné zátěže nebo pocitů méněcennosti se pak mohou u jedince rozvinout psychosomatické poruchy, tedy tělesné příznaky, k nimž patří:

- bolesti hlavy, pocity závratě;
- nevolnosti či jiné zažívací potíže;
- astma, alergie;
- plachost, deprese, někdy až přání zemřít (Simon, 2006).

Kuhn (2015) upozorňuje na zvýšenou zranitelnost vůči depresím u těchto jedinců i **v dospělosti**. Besnoy (2006) upozorňuje, že tito žáci potřebují zažívat úspěch, dostávat pozitivní zpětnou vazbu a že je u nich kromě matematických dovedností třeba rozvíjet i sebevědomí.

4 Diagnostika dyskalkulie

Tato část práce je věnována možnostem diagnostiky dyskalkulie. Věnuje se nejprve již zmiňovanému rozdílu mezi inteligencí a matematickými dovednostmi jedince (tzv. diskrepantní či rozdílové kritérium) i názoru různých autorů na jeho uplatňování, dále pak samotnému měření intelektových i matematických schopností.

4.1 Diskrepantní kritérium

Diskrepantní nebo-li **rozdílové kritérium** bývá v literatuře často uváděno v kontextu diagnostiky specifických poruch učení. Mezi autory ale neexistuje jednoznačná shoda, jak přesně toto kritérium uplatňovat.

Vágnerová (2008) považuje za diagnosticky nezbytný rozdíl alespoň **15-20 bodů** (tedy 1-1,25 SD) mezi výkonem v didaktických matematických testech a úrovní inteligence. Upozorňuje také, že dyskalkulii je velmi obtížné diferencovat zejména u dětí, které mají lehce snížené rozumové schopnosti, „*protože v tomto případě v tomto případě nemusí být rozdíl tak velký a pak je třeba výsledky vyšetření velmi pečlivě analyzovat*“ (Vágnerová, 2008, s. 396). Podle Zelinkové (1994, 2003) by dyskalkulie neměla být diagnostikována u dítěte s IQ nižším než 90, případně (v odůvodněných případech) než 85.

Zatímco Novák (2004) označuje mírné snížení matematických schopností do podprůměru jako hypokalkulii, Kaufmann, von Aster (2012) uvádějí jako časté **kritérium pro diagnostiku dyskalkulie výkon v testu matematických schopností pod 10. až 25. percentilem**. Jiní zahraniční autoři, kteří prováděli výzkumy s jedinci s dyskalkulií, jako např. Landerl a kol. (2009) nebo Szucs a kol. (2013), zahrnuli do skupin dětí s dyskalkulií takové, které ve vybraném IQ testu (případně ve zkrácené verzi některého z komplexních IQ testů) dosáhli **IQ alespoň 85**, tedy alespoň na spodní hranici pásma průměru, zatímco v **didaktických testech matematických schopností skórovaly alespoň 1SD pod průměrem**.

Jak ovšem uvádějí Kaufmann, von Aster, zatímco ještě v DSM-IV bylo jako předpoklad pro diagnózu dyskalkulie uvedeno následující, „*poor calculating ability despite normal intelligence (slabé početní schopnosti navzdory normální inteligenci)*“ (DSM-IV in Kaufmann, von Aster, 2012, s. 769), v **DSM-V** již toto **diskrepantní kritérium není striktně stanoveno**. Jako důvod uvádějí větší zohlednění heterogenity a komorbidity s dalšími poruchami. V situacích, kdy je požadováno diskrepanci prokázat, doporučují

použití vícedimenzionálních inteligenčních testů skládajících se více subtestů, které mohou poskytnout detailní obraz deficitů dítěte, a to např. WISC-IV.

Szucs a kol. (2013) upozorňují na nejednotnost kritérií pro přidělení této diagnózy; protože neexistuje ani jednotná definice dyskalkulie, kritéria pro toto označení se různí od výkonu pod 3. percentilem po výkony pod 25. percentilem, tedy $2SD-0,68 SD$ pod průměrem.

Vágnerová a Klégrová (2008) uvádí, že mezi dětmi s dyskalkulií bývá více těch, které mají celkově sníženou úroveň rozumových schopností, protože děti s vyšší inteligencí dovedou své obtíže nějakým způsobem kompenzovat. Tím nepřímou naznačuje, že některé děti, které by i měly jakési předpoklady pro rozvoj této poruchy, nakonec nepodávají natolik slabé výsledky v matematice. Oproti tomu považuje Matějček (1993 in Trapse 2013) za pravděpodobné, že poruchami učení v matematice trpí **i děti s mentální retardací**, ale také děti s naopak **výrazně nadprůměrnou inteligencí, které sice nemají v matematice viditelné obtíže, ale jejich matematické dovednosti jsou pod úrovní jejich ostatních schopností.**

4.2 Testy inteligence

Tato část práce se bude týkat výsledkům jedinců s dyskalkulií v inteligenčních testech a možnostem jejich využití při diagnostice dyskalkulie. Nejvíce pozornosti zde budeme věnovat metodě WISC-III, která patří k nejčastěji užívaným u nás. Podle Vágnerové a Klégrové (2008) zde mají děti s dyskalkulií mírně snížený skóre kvůli nižší úrovni některých specifických schopností. Nyní se budeme věnovat výsledkům v konkrétních subtestech.

Podle Vágnerové a Klégrové (2008) bývají pro děti s dyskalkulií nejobtížnější subtesty **Počty** (Arithmetic). Nejde jen o důsledek omezených počtářských dovedností, ale také o pomalejší pracovní tempo, omezenější schopnost manipulovat s číselnými informacemi v pracovní paměti a vybavovat si je z registru dlouhodobé paměti. Butterworth (2002) se nicméně domnívá, že ani ve výsledcích subtestu Počty se obtíže dětí s dyskalkulií nemusí zcela projevit. Ani třicetisekundový časový limit, jak uvádí, nemusí

dostatečně odlišit děti, které příklad vyřeší dříve a bez obtíží od těch, které jej vypočítají na poslední chvíli a s větší námahou. Přestože se názor tohoto autora týká britské verze metody WISC-III, také v české verzi je na každou z těchto úloh poskytnuto minimálně třicet sekund (Wechsler, česká verze Krejčířová, Boschek, Dan, 2002).

V subtestu **Kódování** zahrnujícím rychlé přiřazování symbolů k číslům či obrázkům mohou podávat slabší výkony v důsledku narušení vizuální percepce a symbolického učení (Vágnerová, Klégrová, 2008).

Kvůli obtížím v oblasti exekutivních funkcí se mohou projevit problémy také v subtestu **Opakování čísel** (Digit Span) (Vágnerová, Klégrová, 2008). Avšak v některých zahraničních studiích, jako Landerl a kol. (2004, 2009) se nepotvrdilo, že by děti s dyskalkulií dosahovaly významně nižších výsledků v tomto subtestu. Statisticky významných rozdílů oproti kontrolní skupině zde dosahovaly pouze děti s dyslexií. Tito autoři rovněž poukazují na rozdílné výsledky různých studií. Nicméně i mezi dalšími autory, k nimž patří např. Trappe (2013) panuje obecná shoda, že děti s dyskalkulií mohou mít oslabenou paměť pro čísla.

Slabších výkonů mohou též dosahovat v **Kostkách** (Block Design) - subtestu měřícím mj. percepčně prostorové schopnosti. Tento subtest zadali respondentům také zmínění zahraniční autoři (Landerl a kol., 2009; Szucs a kol., 2013) a celkové výsledky dětí s dyskalkulií odpovídaly spodní hranici pásma průměru.

Relativně horších výsledků mohou dosáhnout též v subtestech **Vědomosti** (Information) a **Slovník** (Vocabulary). Podle Vágnerové a Klégrové mohou mít tyto děti problémy se zpracováním jakýchkoliv poznatků vč. verbálních a jejich udržení v dlouhodobé paměti i vybavením, nemusí jít pouze o problémy týkající se uchování a vybavování matematických informací. Landerl a kol. (2004) ani Szucs a kol. (2013) však **ne našli důkaz pro narušení těchto schopností** u dětí s dyskalkulií.

Nejlepších výsledků děti s dyskalkulií dosahují v subtestech **Doplňování obrázků** (Picture Completion), **Řazení obrázků** (Object Assembly) a **Porozumění** (Comprehension), které vyžadují praktickou činnost a pochopení běžného dění, které je závislé na osobní každodenní zkušenosti. Tyto subtesty nevyžadují porozumění znakům či

symbolům ani zpracovávání většího množství takových informací a ani nejsou časově limitovány (Vágnerová, Klégrová 2008). Landerl a kol. (2009) testovali děti s dyskalkulií také v subtestu **Podobnosti** (Similarities) a nenalezli zde statisticky významné rozdíly oproti kontrolní skupině.

Z výše uvedených informací vyplývá, že jedinci s dyskalkulií dosahují v některých subtestech nižších výsledků, zatímco v jiných by neměli. Ačkoliv lze předpokládat, že se zde projeví určité individuálními rozdíly mezi testovanými jedinci a jak jsme si ukázali, mezi autory ani nepanuje všeobecná shoda v tom, jakých všech subtestů se tato oslabení týkají, zdá se, že by nám tyto informace mohly pomoci při diagnostice dyskalkulie.

Vzhledem k pojetí empirické části práce jsme považovali za vhodné zde zmínit také **Amthauerův Test Struktury inteligence IST 2000 R**. Test je určen nejen ke komplexnímu hodnocení rozumových schopností, také však k hodnocení jejich specifické struktury. Kromě celkové míry inteligence test rozlišuje i tři faktory nižšího (druhého) řádu, a to: Usuzování (fluidní inteligence), Znalosti (krystalická inteligence) a Paměť. Modul Usuzování slouží k hodnocení základní intelektové schopnosti v jednotlivých škálách zaměřených na posouzení verbální, numerické a názorové (figurální) inteligence (Vágnerová, Klégrová, 2008).

Verbální inteligence zahrnuje ty schopnosti, které se uplatní při zvládání jazyka a řešení verbálních úloh. Hodnocena je těmito subtesty: **Doplňování vět** (hodnotící schopnost logického uvažování a přesnost verbálního vyjádření) a **Analogie** (pochopení vztahu mezi dvojicí pojmu; test hodnotí úroveň analogického uvažování, schopnost pochopit podstatné souvislosti a vztahy) a **Zobecňování** (hodnocení induktivního uvažování na základě pochopení shody dvou slov ze skupiny šesti podle jejich společného nadřazeného pojmu) (Vágnerová, Klégrová, 2008).

Numerická inteligence zahrnuje intelektové schopnosti vázané na mentální operace s čísly. Hodnocena je těmito metodami: **Početní úlohy** (hodnotící konkrétní numerické uvažování a úroveň základních početních dovedností), **Číselné řady** (doplňování číselných řad podle pravidla jejich uspořádání hodnotí úroveň matematického

uvažování) a **Početní znaménka** (hodnotí numerické deduktivní uvažování, které je aplikací pravidel osvojených ve škole) (Vágnerová, Klégrová, 2008).

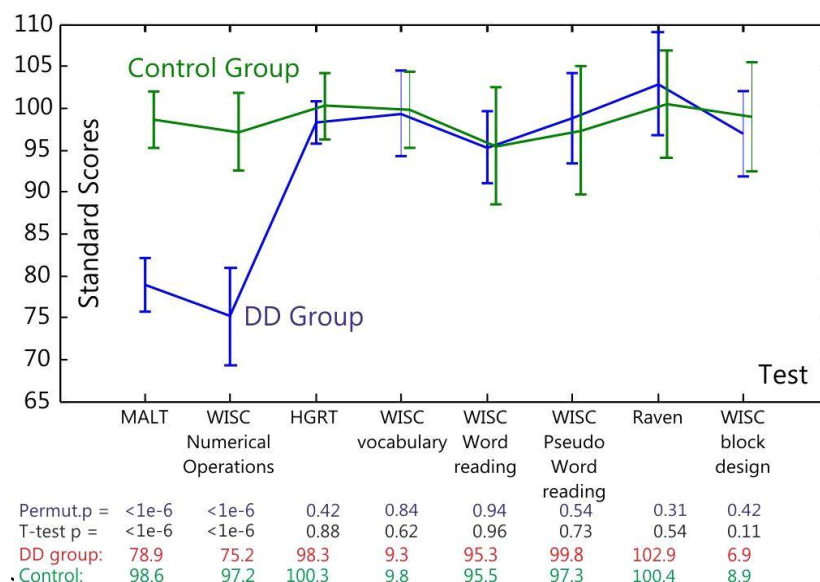
Názorová inteligence je hodnocena těmito subtesty: **Výběr obrazců** (úkolem vyšetřovaného je určit, který z deseti možných obrazců může vzniknout složením jejich rozdělených částí; hodnotí vizuálně prostorové schopnosti, orientaci v plošném kontextu, porozumění vztahů mezi částmi celku), **Úlohy s kostkami** (obsahuje obrázky kostek ze kterých je možné vidět pouze tři strany a úkolem testovaného je odvodit, o který z pěti možných vzorů; hodnotí úroveň prostorové představivosti, udržení konstantní relace detailů v průběhu otáčení celku) a **Úlohy s maticemi** (jde o pochopení způsobu uspořádání příslušného obrazce a volbě jedné z pěti variant, která by mohla daný celek doplnit; test měří neverbální fluidní uvažování a je velmi dobrým měřítkem obecné inteligence) (Vágnerová, Klégrová, 2008).

Paměť je měřena těmito subtesty: **Paměť pro slova** a **Paměť pro obrazce**. Oba měří zejména krátkodobou kapacitu paměti testovaného jedince (Vágnerová, Klégrová, 2008).

Všechny subtesty tohoto testu jsou časově limitovány, výsledek je tedy vždy ovlivněn rychlostí zpracování úkolů a vzhledem k délce testu i vytrvalostí a stabilitou koncentrace pozornosti (Vágnerová, Klégrová, 2008). Autorky zde nezmiňují výsledky jedinců s dyskalkulií v tomto testu. Nicméně pět z devíti subtestů modulu Usuzování obsahuje úkoly zaměřené buď na numerické procesy nebo na vizuálně prostorové schopnosti a prostorovou představivost. Na základě výše uvedených informací lze tedy předpokládat určité obtíže jedinců s dyskalkulií v těchto subtestech.

Landerl a kol. (2004) i Szucs a kol. (2013) rovněž využili **Ravenovy progresivní matrice** (1986, 2008), zahrnující podobný typ úkolů jako subtest Úlohy s maticemi v IST 2000 R. Zde u dětí s dyskalkulií nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly oproti kontrolní skupině. Jak uvádí Vágnerová a Klégrová (2008), pro české psychology je k této metodě k dispozici standardizace slovenských autorů z roku 1989.

Obrázek č. 3: Výsledky dětí s dyskalkulií (DD Group) a kontrolní skupiny ve standardizovaných testech matematických schopností (MALT a WISC Numerical Operations), testech čtení (HGRT a WISC Word reading), v subtestech metody WISC-III Slovník (WISC Vocabulary) a Kostky (WISC Block design) a v testu Ravenovy Progresivní matrice (2008) (Szucs a kol., 2013, s. 4).



Vágnerová, Klégrová (2008) uvádí grafy zobrazující průměrné výsledky v jednotlivých subtestech v testu WISC-III u různých skupin dětí (včetně dětí s dyslexií) a Portešová (2011) dokonce podobný graf zobrazující výsledky intelektově nadaných dětí s dyslexií. Nepodařilo se mi však najít žádný obdobný graf zobrazující typické výsledky dětí s dyskalkulií.

4.3 Testy matematických schopností a dovedností

Jak upozorňuje Butterworth (2002) standardizované výkonové testy tak zjišťují řadu různých schopností, jež jsou následně shrnuty do **celkového skóru** matematických schopností, avšak z důvodu rozmanitosti takových testů se pak pojetí matematických schopností může různit v závislosti rozdílech mezi jednotlivými metodami. Geary (2004 in Hannell, 2013) navíc poukazuje na to, že mnoho žáků s dyskalkulií může být velmi **úspěšných v některých doménách** matematických osnov a přesto mít mají **značné obtíže v jiných**. Úspěšnost v testech, které zahrnují celou řadu matematických úloh (např. aritmetiku, geometrii, slovní úlohy) tak může být velmi zavádějící, protože silné stránky v jedné oblasti mohou snadno vyrušit slabiny v jiných. To znamená, že **celkové skóre**

může být velmi nespolehlivým indikátorem matematických schopností žáka v konkrétních oblastech.

4.3.1 Testy používané u nás

Vágnerová, Klégrová (2008) i Zelinková (2009) uvádějí testy **Barevná kalkulie** určený pro děti od 7 do 11 let a **Kalkulie IV** pro děti od 10 do 16 let. Autorem je Novák (2002), který vycházel z pojetí měření matematických schopností Košče (1968). V prvním testu dítě určuje počet prvků množiny, ve druhém je obtížnost podmíněna množstvím a různorodostí rozmístěných barevných kruhů i číslic v nich vepsaných. Oba testy jsou časově limitovány. **Číselný trojúhelník** (Novák, 1997) odráží nejen úroveň rozvoje počtářských dovedností v oblasti numerických operací, ale také vizuoprostorovou orientaci. Součástí hodnocení je také zvládnutí prostorové složky, tedy zachování tvaru trojúhelníku (Vágnerová, 2005; Zelinková, 2009). Zelinková (2003, 2009) uvádí také metodu **Rey-Ostheriethova komplexní figura** měřící mj. vizuální paměť a exekutivní funkce (Košč, Novák, 1997). Podle Zelinkové vznikl v PPP hl. m. Prahy v letech 1990-1992 také test měřící různé matematické schopnosti jako předčíselné a číselné představy, strukturu čísla (čtení a psaní číslic), matematické operace, paměť pro čísla i orientaci v čase, ten však prý nebyl standardizován.

Nedávno byl u nás vydán test **Diagnostika struktury matematických schopností (DISMAS)** (Traspe, Skalková a kol., 2013). Lze jej využít při šetření školní zralosti, na 1. stupni ZŠ a v případě výraznějších obtíží i na 2. stupni nebo i později. Je určený k hodnocení vývoje základních početních (aritmetických) dovedností. Skládá se z následujících subtestů:

- **Číselné řady** - jmenování vzestupně a sestupně od zadaného čísla a odpočítávání kostek;
- **Představa čísel** – odhad množství prvků na hrací kostce, na prstech a na počítadle;
- **Matematické pojmy** – srovnávací pojmy (např. „větší-menší“) prostorové („nahore-dole“) a schopnosti seriace (řazení dle velikosti), klasifikace (třídění), konzervace (zachování množství při změně prostorového uspořádání předmětů);

- **Operační představy** – rozklad čísel a číselné operace, přičemž je zde sledována nejen správnost výsledku, ale i zvolený postup;
- **Automatizace početních dovedností** – způsobilost pohotově jmenovat řady násobků a provádět písemné výpočty (včetně dělení dvojciferným číslem).

Výsledky jsou přepočítávány na percentilové normy dle jednotlivých ročníků.

4.3.2 Testy používané v zahraničí

Kaufmann, von Aster (2012) dělí testy matematických schopností na **kurikulární** a **neurologické orientační**. Testy **kurikulární (výkonové)** jsou orientované směrem k osnovám matematiky v daném ročníku, jejichž hlavním cílem je určit, jak dítě plní vzdělávací plán. Tyto testy lze zadávat i skupinově, což zajišťuje určitou ekonomičnost jejich využití. **Neurologické orientační testy** jsou určeny k posouzení nejen početních dovedností, ale také tzv. nenumerních funkcí. Jejich cílem je vedle vytvoření výkonnostního profilu pro jednotlivé dovednosti i určení příčiny obtíží. Kromě správnosti odpovědí tyto testy hodnotí rychlost a strategie řešení s cílem kvalitativního posouzení výkonu. Tyto testy tak lze administrovat pouze individuálně.

Landerl a kol. (2009) použili pro posouzení matematických schopností dovedností **The Heidelberger Rechentest (HRT)** (Haffner, Baro, Parzer, & Resch, 2005), který zahrnuje např. znalost číselných faktů (number fact knowledge), jednoduché počítání z hlavy (simple mental arithmetic). Jeden subtest klade testovanému za úkol nahradit jednu komponentu jednoduchých rovnic (např. $___ - 2 = 6$). Jednotlivé části jsou časově limitovány. Szucs a kol. použili pro svou výzkumnou studii metodu **Mathematics Assessment for Learning and Teaching test (MaLT)** (Williams, 2005) - písemný test obsahující otázky pokrývající všechny oblasti matematických osnov.

Mezi diagnostické metody používané v zahraničí patří vedle testů zjišťujících již dosažené matematické dovednosti také **The Dyscalculia Screener** (Butterworth, 2003). Autor předpokládá, že hlavním předpokladem pro rozvoj aritmetických dovedností je právě schopnost rozpoznávat **numerosity** – množství. Ostatním testům vyčítá, že dost dobře nezjišťují příčiny případného neúspěchu v matematice (jako je např. nedostatečná

domácí příprava nebo obtíže ve čtení zadaných úloh) a ani čas, jaký dítě potřebuje na zvládnutí úkolu. Předpokládá také, že tomto testu většina dětí zvládne splnit většinu úkolů bez chyby a budou se lišit spíše v tom, kolik času jim plnění úkolu zabere (a že děti s dyskalkulií potřebují více času na zvládnutí úkolů souvisejících s matematikou, aby dosáhly správných výsledků). Test je standardizován pro děti od 6 do 14 let, přestože byl použit i pro identifikaci dospělých jedinců s dyskalkulií (Butterworth a kol., 2011). Administrován je na počítači a ve všech subtestech měří dítěti jak **počet správných odpovědí**, tak i **reakční čas**. Administraci je možné provádět skupinově i individuálně u žáků s rizikem dyskalkulie, a to třeba i v kombinaci s dalšími testy. Subtesty jsou následující.

- **Simple Reaction Time** (Prostý reakční čas) – žák má stlačit tlačítko co nejrychleji, jakmile se na obrazovce počítače objeví černý bod. Snaží se oddělit děti s dyskalkulií od těch, které jsou pomalí ve stisknutí tlačítka obecně při reakci na jakýkoliv podnět.
- **Dot Enumeration** (Počítání bodů) – porovnávání počtu bodů na jedné straně obrazovky s číslicí na straně druhé. Dítě má určit, zda číslice odpovídá počtu bodů.
- **Number Comparison** (Porovnávání čísel) – určení číslice označující větší počet bez ohledu na fyzickou velikost, v jaké jsou dané číslice zobrazeny. (Autor uvádí, že i zběhlejší dospělí vykazují delší reakční čas při výběru čísla s větší hodnotou, je-li zobrazeno jako menší).
- **Arithmetic Achievement test (addition and multiplication)** (Test dosažených aritmetických schopností: sčítání a násobení) – subtest měří schopnost sčítání a násobení, násobení se však zobrazí až dětem od 10 let.

Autor člení test na dvě **subškály**: Předpoklady (capacity) a Dosažení (achievement). Do první škály patří subtesty Dot Enumeration a Number Comparison. Vychází z předpokladu, že aby byla jedinci přidělena diagnóza dyskalkulie, měl by dosáhnout nízkých výsledků také v subškále Capacity. Pokud by jedinec vykázal slabé výsledky pouze v dosažených aritmetických dovednostech, jednalo by se podle spíše o jiné příčiny obtíží v matematice než je dyskalkulie. V jedné z výzkumných studií, kterých se

autor účastnil, byli do experimentální skupiny jedinců s dyskalkulií přiděleni ti jedinci, kteří v alespoň jednom subtestu ze subškály Capacity dosáhli standardního skóre nižšího než 81 (přičemž průměrný skór odpovídá hodnotě 100 a směrodatná odchylka hodnotě 15) (Butterworth a kol., 2014).

I tento test má svá omezení. Jak jsme si již uvedli, ne všechny oblasti rozvoje matematických dovedností tolik souvisí s vnímáním množství. Jak navíc upozorňuje Gillum (2012), výsledky testu mohou být ovlivněny dalšími osobnostními nebo situačními faktory, jako je zvýšená úzkostnost nebo nedostatečná motivace dítěte plnit úkoly.

Szucs a kol. použili také metodu **Animal Stroop**, v níž byly dětem prezentovány obrázky zvířat a jejich úkolem bylo určit, které zvíře je fyzicky větší v reálném světě. I v těchto úlohách vykázaly děti s dyskalkulií o něco delší reakční čas oproti kontrolní skupině.

4.3.3 Souhrn

Jak jsme si zde ukázali, při diagnostice dyskalkulie se zohledňují jak matematické schopnosti a dovednosti, tak i celková inteligence (přičemž výsledky subtestů v některých inteligenčních testech mohou být vlivem dyskalkulie zkresleny), přestože způsoby identifikace jedinců s touto poruchou nejsou zcela jednotné.

Mnohé testy matematických schopností a dovedností odrážejí z velké části již dosažené matematické dovednosti, jež lze získat nácvikem. Některé testy používané u nás zkoumají též předčíselné dovednosti nebo např. vizuoprostorové schopnosti. Zahraniční autoři se v posledních letech zaměřili na zkoumání vnímání množství jako faktor rozvoje aritmetických dovedností a začali vytvářet počítačově administrované testy měřící rychlost odpovědí jedinců. U nás podobné diagnostické materiály doposud nejsou k dispozici.

EMPIRICKÁ ČÁST

5 Uvedení do problematiky

V předešlých kapitolách jsme se dotkli možností rozpoznávání a diagnostiky dyskalkulie. Bylo uvedeno, že mnoho existujících testů (u nás i v zahraničí) z velké části odráží již dosaženou úroveň matematických dovedností, kterou lze z části ovlivnit i výukou ve škole a jejich procvičováním i v domácím prostředí. Ne všechny tyto metody spolehlivě hodnotí předpoklady pro rozvoj početních dovedností, jak upozorňuje i Butterworth (2002). Některé metody používané u nás hodnotí také vizuoprostorovou orientaci (Číselný trojúhelník), paměť i exekutivní funkce (Rey-Ostheriethova komplexní figura), jak však uvedli autoři Osmon a kol. (2006), ne u všech jedinců s dyskalkulií musí být narušen výkon v těchto oblastech.

Z výzkumů zahraničních autorů Landerl a kol. (2004, 2009) a Szucs a kol. (2013) vyplynulo, že jedinci s dyskalkulií vykazují na rozdíl od jedinců s dyslexií obtíže při vnímání množství (numerosity) a velikosti z hlediska reakčního času při zadávání odpovědí při testech administrovaných na počítači, případně z hlediska přesnosti (chybovosti).

Představili jsme si také metodu The Dyscalculia Screener (Butterworth, 2003), která je již v zahraničí využívána k diagnostice dyskalkulie a zaměřuje se kromě již dosažených matematických dovedností také na vnímání množství, které je tam považováno za předpoklad pro rozvoj aritmetických schopností a dovedností. Kromě toho dokáže na rozdíl od jiných metod také přesně změřit rychlost odpovědí testovaných jedinců, a to díky administraci pomocí počítači. Taková metoda u nás doposud není k dispozici.

Uvedené výzkumy (Landerl a kol., 2004, 2009; Szucs a kol. 2013) i metoda The Dyscalculia Screener se nám staly inspirací k ověření zahraničních poznatků v našich podmínkách. Domníváme se, že prokáže-li se deficit ve vnímání množství jako faktor obtíží v rozvoji aritmetických dovedností i u nás, tyto důkazy by se mohly stát podnětem ke vzniku nových diagnostických metod, které by v budoucnu mohly napomoci při rozpoznávání příčin obtíží v základních početních dovednostech. Takové metody by díky nenáročné administraci mohly být využívány spolu s dalšími testy, které examinátorovi

napoví více o struktuře již dosažených matematických dovedností (jako je např. DISMAS) a napomoci tím diagnostice dyskalkulie.

V této práci je u respondentů s dyskalkulií i u respondentů z kontrolní skupiny zjišťována úroveň vnímání množství z hlediska správnosti odpovědí i z hlediska reakčního času, a to pomocí výkonostního profilu v metodě s pracovním názvem **Test vnímání množství (TVM)**, která bude blíže představena níže.

5.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je **zmapovat rychlost a přesnost ve vnímání množství (numerosity)** u jedinců s dyskalkulií i u jedinců z kontrolní skupiny v České republice, a to jak ze symbolického hlediska (symbolic numerosity), tak i z hlediska nesymbolického (non-symbolic numerosity). Jde tedy o zmapování rychlosti a přesnosti v těch oblastech, o nichž někteří zahraniční autoři (Butterworth, 2002, 2003, 2011; Landerl a kol., 2004, 2009; Szucs a kol., 2013) předpokládají, že hrají klíčovou roli při rozvoji obtíží v základních početních dovednostech. Tohoto cíle jsme se rozhodli dosáhnout **prostřednictvím subtestů metody TVM**, která byla připravena pro účely této práce.

Dalším cílem práce je prostřednictvím TVM je u respondentů zmapovat také rychlost a přesnost ve **vnímání velikosti**. Jak jsme si uvedli, i tato schopnost může být oslabena u jedinců s dyskalkulií (Szucs a kol., 2013).

Součástí TVM je také subtest mapující rychlost a přesnost v **základních početních dovednostech** (sčítání, odečítání a násobení). Jedním z dílčích cílů práce je porovnat výkon respondentů v tomto subtestu s výkonem v ostatních subtestech (Landerl a kol., 2004, 2009).

Vedlejším cílem práce je také zhodnotit prostřednictvím TVM rychlost a přesnost ve vnímání množství u jedinců s ostatními poruchami učení (dyslexií, dysgrafií či dysortografií) podobně jako v uvedených studiích (Landerl a kol., 2004, 2009).

5.2 Formulace výzkumných otázek a hypotéz

V souladu s cíly práce byly zformulovány následující výzkumné otázky a hypotézy.

Hlavní výzkumná otázka zní: Jaká je úroveň vnímání množství u jedinců s dyskalkulií ve srovnání s kontrolní skupinou?

Na základě výsledků výše uvedených výzkumných studií byla stanovena následující hypotéza:

H1 Úroveň vnímání množství je u jedinců s dyskalkulií statisticky významně horší než u jedinců z kontrolní skupiny.

Další výzkumné otázky se týkají jednotlivých subtestů TVM podle toho, zda se zaměřují na symbolické či nesymbolické vnímání množství zmiňované výše. Protože TVM hodnotí výsledky z hlediska rychlosti i přesnosti (správnosti) odpovědí, následující hypotézy jsou dále členěny na hypotézy dílčí podle toho, zda je výsledek v určitém typu úloh hodnocen z hlediska rychlosti odpovědí nebo z hlediska jejich přesnosti.

Druhá výzkumná otázka zní: Jakých výsledků dosáhnou jedinci s dyskalkulií v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství (symbolic numerosity) ve srovnání s kontrolní skupinou?

H2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

H2.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

H2.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Třetí výzkumná otázka zní: Jakých výsledků dosáhnou jedinci s dyskalkulií v úkolech zaměřených na non-symbolic numerosity ve srovnání s kontrolní skupinou?

H3 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

H3.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

H3.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Součástí TVM jsou také subtesty určené k zjišťování úrovně vnímání velikosti (popřípadě mentální reprezentace velikosti) předmětů zobrazených na prezentovaných obrázcích. **Čtvrtá výzkumná otázka** zní: Jakých výsledků dosáhnou jedinci s dyskalkulií v úkolech zaměřených na vnímání velikosti ve srovnání s kontrolní skupinou?

H4 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

H4.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

H4.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Součástí TVM jsou také příklady na základní početní dovednosti (sčítání, odečítání a násobení). **Pátá výzkumná otázka** zní: Jakých výsledků dosáhnou jedinci s dyskalkulií v úkolu zaměřeném na **základní početní dovednosti**?

H5 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

H5.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

H5.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Vedlejším cílem práce je také zhodnotit prostřednictvím TVM rychlost a přesnost ve vnímání množství u jedinců s ostatními specifickými poruchami učení (dyslexie, dysgrafie, dysortografie. **Šestá výzkumná otázka** zní: Jaká je úroveň vnímání množství u jedinců s ostatními poruchami ve srovnání s jedinci s dyskalkulií?

Ohledně šesté výzkumné otázky nebyly stanoveny žádné hypotézy.

6 Metodika práce

Výzkum proběhl ve druhém pololetí školního roku 2016/2017. V následujících řádcích si popíšeme skupiny účastníků a použité metody.

6.1 Popis výzkumného vzorku

Protože jsme předem počítali s tím, že získat respondenty s diagnostikovanou dyskalkulií (kterým byla tato porucha učení diagnostikována v pedagogicko-psychologických poradnách - dále také PPP) do výzkumného souboru bude obtížným úkolem, rozhodli jsme se do něho vybírat děti druhého stupně základní školy (ZŠ) i dospělé jedince. Za účelem získat co největší výzkumný vzorek dětí 2. stupně ZŠ, přičemž jsme se rozhodli zaměřit především na žáky sedmých ročníků ZŠ, byly rozeslány emaily ředitelům běžných ZŠ i ZŠ určených pro žáky se SPU s prosbou o spolupráci. Pro tyto účely byly vytvořeny také **Informované souhlasy** určené zákonným zástupcům žáků.

Dále byli osloveni někteří zaměstnanci pedagogicko-psychologických poraden (PPP) či speciálně-pedagogických center a svou prosbu uveřejnila i na některých internetových fórech zabývajících se tématy specifických poruch učení. Tam na moji prosbu zareagovali i někteří dospělí jedinci s dyskalkulií.

6.1.1 Popis výzkumného vzorku žáků základních škol

Protože se mi podařilo získat pouze 10 **respondentů s dyskalkulií** navštěvující 7. ročník ZŠ, rozhodli jsme se vzorek doplnit také žáky navštěvující 6. a 8. ročník ZŠ (z obou těchto ročníků osm respondentů). Tak vznikl výzkumný vzorek s celkovým počtem 26 respondentů, z toho celkem 14 chlapců a 12 dívek. 7 těchto žáků navštěvovalo běžné ZŠ (1 dítě v Praze a 6 žáků školu ve středočeském kraji) a ostatní žáci navštěvovali školy pro děti s SPU (11 žáků v Praze a 8 žáků v Královéhradeckém kraji). U drtivé většiny těchto dětí (25) byly zjištěny i další SPU kromě dyskalkulie³. Bohužel se nám tak nepodařilo získat více respondentů do experimentální skupiny dětí s jedinou diagnózou dyskalkulie.

³ SPUCH byly u těchto žáků rozděleny takto: Dyskalkulie – 1 žák; dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie – 8 žáků; dyslexie, dysgrafie, dysortografie, ADHD – 3 žáci; dyslexie, dysortografie, dyskalkulie, ADHD – 3 žáci; dyslexie, dysortografie, dyskalkulie – 1 žák; dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie – 2 žáci; dyslexie, dyskalkulie – 3 žáci; dysgrafie, dyskalkulie – 4 žáci; dysortografie, dyskalkulie – 1 žák.

Kontrolní skupina byla sestavena z celkového počtu 26 žáků, z toho 12 chlapců a 14 dívek. 22 dětí navštěvovalo 7. ročník ZŠ, 2 děti 6. ročník a 2 děti 8. ročník. 19 těchto žáků navštěvovalo ZŠ ve středočeském kraji (tutéž školu, kde bylo testováno 6 dětí s dyskalkulií). Skupina byla doplněna dalšími 7 žáky ze ZŠ v Praze, kterou však nenavštěvuje žádné dítě s formální diagnózou dyskalkulie. Ve snaze zajistit, aby se do této skupiny nedostali žáci s výraznějšími obtížemi v matematice, byli vyučující požádáni o pomoc při výběru vhodných respondentů.

Jak nám ukazuje tabulka č. 1, obě tyto skupiny dětí dosahují srovnatelného průměrného věku i navštěvovaného ročníku, ačkoliv ve skupině dětí s dyskalkulií se objevuje větší věkový rozptyl. Obě skupiny se liší pouze v průměrné dosazené známce z matematiky.

Tabulka č. 1 Popis výzkumného vzorku dětí

Skupiny	Kontrolní skupina (N = 26)					Dyskalkulie (N = 26)				
	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Věk	13,16	13,20	0,69	12,00	14,70	13,15	13,00	0,83	11,10	15,00
Ročník	7,00	7,00	0,40	6,00	8,00	7,00	7,00	0,80	6,00	8,00
Známka z M	1,88	2,00	0,97	1,00	4,00	2,94	3,00	0,57	2,00	4,00

Celkem tak bylo do výzkumného vzorku zahrnuto 52 dětí ze 3 krajů České republiky (Hlavní město Praha, Středočeský kraj a Královéhradecký kraj).

Výzkumu se zúčastnilo také 11 žáků s **dalšími specifickými poruchami učení**, ne však s dyskalkulií⁴. Tato skupina byla složena z 6 chlapců a 5 dívek. 3 tito žáci navštěvovali 7. ročník ZŠ, 7 žáků ročník 6. a jeden žák 8. ročník ZŠ. 4 žáci navštěvovali běžnou ZŠ a 7 žáků školy pro děti s SPU. Tato skupina dětí tak není ani zcela srovnatelná s experimentální skupinou ani z hlediska navštěvovaného ročníku. Bohužel se pro účely tohoto výzkumu nepodařilo vzorek rozšířit, a to jak z časových důvodů, tak i proto, že bylo

⁴ SPU byly u těchto žáků rozděleny takto: Dyslexie – 5 žáků; dyslexie, dysortografie – 1 žák; dysgrafie, dysortografie – 2 žáci; dyslexie, dysgrafie – 1 žák; dysortografie – 1 žák; dysgrafie – 1 žák.

pro vyučující daných škol obtížné nominovat žáky bez výraznějších obtíží v matematice. Přesto se v následující kapitole dotkneme i výsledků respondentů v této skupině.

6.1.2 Popis výzkumného vzorku dospělých

Do experimentální i kontrolní skupiny dospělých respondentů byli zařazeni jedinci ve věku 20-30 let.

Do experimentální skupiny dospělých bylo zařazeno 9 **jedinců s dyskalkulií**, z toho 8 žen a 1 muž. Podobně jako u experimentální skupiny dětí sem byli zařazeni jedinci s diagnostikovanou dyskalkulií, u 2 respondentů probíhal však výběr odlišným způsobem. Jeden z těchto respondentů (muž) měl na základě informací uvedených ve zprávě z psychologického vyšetření diagnostikovanou hypokalkulii a další (žena) dyskalkulické obtíže. Těmto dvěma jedincům byl administrován Amthauerův Test Struktury inteligence IST 2000 R. Kapitola č. 7 popisuje podrobněji tento krok výběru respondentů.

Pouze 3 respondenti z této skupiny měli diagnostikované další SPU. Za nevýhodu experimentální skupiny dospělých považuji malou velikost vzorku, jako její výhodu však vnímám skutečnost, že většina respondentů z této skupiny neměla diagnostikované žádné další SPU.

3 z těchto respondentů dosáhli středoškolského vzdělání, 1 z respondentů vyššího odborného vzdělání, 4 respondenti dosáhli bakalářského stupně vzdělání a 1 z respondentů magisterského. (Celkem 6 těchto respondentů bylo v době sběru dat studenty některé z vysokých škol a usilovali tak o dosažení vyššího stupně vzdělání).

Kontrolní skupina byla sestavena z celkového počtu 21 respondentů, z toho 19 žen a 2 muži, čímž jsme se snažili vyladit porovnávané skupiny z hlediska zastoupení mužů i žen. 7 těchto respondentů dosáhlo středoškolského vzdělání (z toho celkem 5 uvedlo, že jsou studenty některé vysoké školy), 12 bakalářského stupně vzdělání a 2 respondenti magisterského.

Jak nám ukazuje tabulka 2, i zde byly skupiny vyladěny z hlediska věku, dosaženého vzdělání a lišily se v průměrné dosažené známky z matematiky (byli požádáni, aby uvedli známku z matematiky z posledního ročníku ZŠ). Průměrné dosažené vzdělání

bylo vypočítáno tak, že středoškolskému vzdělání bylo přiděleno číslo 1, bakalářskému číslo 2 a magisterskému číslo 3. Protože jeden z respondentů je absolventem vyšší odborné školy, tomuto stupni vzdělání bylo přiděleno číslo 1,5.

Tabulka č. 2: Popis výzkumného vzorku dospělých

Skupiny	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Věk	24,96	25,11	1,95	20,20	28,10	24,53	25,00	1,96	20,30	26,90
Vzdělání	1,76	2,00	0,62	1,00	3,00	1,72	2,00	0,67	1,00	3,00

Testování byli i dospělí s ostatními poruchami učení (6 žen a 6 mužů). Do této skupiny byla zařazena i respondentka s ADD (poruchou pozornosti bez hyperaktivity) bez dalších poruch učení⁵. Oproti skupině dětí s ostatními SPU sem bylo snazší zahrnout respondenty bez obtíží v matematice během ZŠ. Tuto skupinu však nebylo možné přesně sladit se skupinou jedinců s dyskalkulií z hlediska zastoupení pohlaví, navíc se na rozdíl od respondentů s dyskalkulií jedná převážně o studenty či respondenty přírodovědných či technických oborů. Nicméně jejich výsledkům se budeme alespoň stručně věnovat v následující kapitole.

6.2 Použité metody

6.2.1 Test vnímání množství

Metoda byla připravena a naprogramována pouze pro účely této studie, nejedná se tedy o standardizovanou metodu. Ke vzniku této metody nás inspirovaly již zmíněné zahraniční studie hledající souvislosti mezi dyskalkulií a smyslem pro numerosity, a to zejména Landerl a kol. (2004, 2009) a Szucs a kol., (2013), a také již existující metoda The Dyscalculia Screener (Butterworth, 2003).

⁵ SPUCH byly u těchto respondentů rozděleny takto: Dyslexie, dysgrafie, dysortografie, ADHD – 1 respondent; dyslexie, dysgrafie, dysortografie – 2 respondenti; dyslexie, dysortografie – 1 respondent; dyslexie, dysgrafie – 1 respondent; dyslexie – 1 respondent; dysortografie – 2 respondenti; dysgrafie – 2 respondenti; ADD – 1 respondent.

TVM je metoda určena k administraci na počítači a je možné ji administrovat individuálně i skupinově. Jejím účelem je zjistit spíše **předpoklady pro rozvoj aritmetických schopností** než jejich již dosaženou úroveň, ačkoliv jeden subtest je zaměřen také na **základní početní dovednosti**. Odpovědi respondentů jsou hodnoceny **z hlediska přesnosti** (na základě počtu správných odpovědí) **i z hlediska času** potřebného k odpovědi. Předpokládali jsme, že většina respondentů bude úspěšná ve většině testových položek z hlediska přesnosti (správnosti) odpovědí, lišit se budou spíše v rychlosti reakcí, tedy v tom, kolik času potřebují na to správně odpovědět (přestože určité rozdíly ve správnosti odpovědí mezi skupinami jsme předpokládali také). Jednotlivé subtesty jsou následující.

Po spuštění programu jsou respondenti instruováni, jakým způsobem program ovládat. Následně jsou vyzváni, aby do příslušných textových polí vyplnili svůj věk (počet let i měsíců), aktuálně navštěvovaný ročník ve škole či nejvyšší dosažené vzdělání (v případě dospělých), pohlaví, známku z matematiky – na posledním vysvědčení (v případě dospělých na posledním vysvědčení ze ZŠ), a také, zda a popřípadě jaké měli diagnostikované specifické poruchy učení. Protože si některé děti nebyly vědomy toho, jaké poruchy učení jim byly diagnostikovány, vyučující jim pomohli tyto údaje doplnit. Kromě toho měli respondenti možnost vyplnit další textové pole určené pro případné poznámky a připomínky (v případě, pokud by chtěli ostatní informace nějakým způsobem doplnit). Z důvodu **zachování anonymity** zde respondenti nevyplňují jméno ani příjmení.

Na začátku každého subtestu jsou respondenti informováni, co je v dané části testu jejich úkolem. Po těchto instrukcích jsou vždy spuštěny tři zácvičné položky, jejichž účelem je kromě nácviku způsobu odpovídání také ověření pochopení instrukcí respondentem. V případě, že respondent v zácvičné položce chybuje, program ho o chybě informuje. Po sérii nácvikových položek mají respondenti možnost požádat examinátora o objasnění jakýchkoliv nejasností, jak je také uvedeno v instrukcích. V tomto kroku ještě není respondentům měřena rychlost ani správnost odpovědí. Pokud již nepotřebují další instrukce, mohou pomocí tlačítka přejít k dalšímu kroku, tedy ke spuštění samotného subtestu.

Každý subtest osahuje celkem 30 testových položek (do tohoto počtu nejsou započítávány zácvičné položky). Jednotlivé subtesty jsou respondentům administrovány v ustáleném pořadí, a to ve stejném, v jakém jsou popsány níže.

- **Reakční čas** – úkolem respondentů je rychle označit ze dvou polí to, v němž se nachází tmavý bod. Tento subtest je pouze kontrolní. U respondentů s delším reakčním časem v subtestech měřících vnímání množství či velikosti má rozlišit, zda vykazují delší reakční čas pouze v takto zaměřených úkolech nebo zda i zde, což by mohlo napovídat obecně pomalejší pracovní tempo.
- **Počítání bodů** – úkolem respondenta je zde označit pole obsahující větší počet bodů bez ohledu na jejich velikost, rozmístění v poli, a tedy i vzdálenost mezi nimi. Jednotlivá pole obsahovala body v počtu od 2 do 7. Výzkum autorů Landerl a kol. (2004) přinesl statisticky významné rozdíly mezi dětmi s dyskalkulií a kontrolní skupinou (i mezi skupinou dětí s dyskalkulií a skupinou dětí s dyslexií) již při takto malém počtu bodů v poli.
- **Reprezentace velikosti** – subtest je inspirován zmíněnou metodou Animal Stroop (Szucs a kol., 2013). Přestože zde na rozdíl od uvedeného výzkumu nejde o porovnávání obrazů zvířat, i tady má respondent za úkol určit ze dvou předmětů na obrázcích ten, který by měl být větším v reálném světě, a to bez ohledu na velikost jejich zobrazení v poli. Pokud by tedy byl jedinci zobrazen obraz domu a auta a auto by bylo vyobrazeno jako větší než dům (a zabíralo by tedy více prostoru ve svém poli než obraz domu ve stejně velkém poli), úkolem respondenta je označit dům, který by v reálném světě měl být větší než auto. V tomto subtestu je u některých položek využit efekt inkongruence (nesouladu), o němž se předpokládá, že u respondentů prodlouží reakční čas při volbě odpovědi (Landerl a kol., 2004, 2009; Szucs a kol., 2013). Subtest je zaměřen na vnímání velikosti spíše nepřímou. Jde spíše o jakési mentální reprezentace či odhad velikosti předmětů, které jsou zobrazovány na obrázcích, ve skutečném světě.
- **Porovnávání čísel** – úkolem respondenta je určit číslo s větší hodnotou (označující větší počet) bez ohledu na velikost zobrazení číslic. I zde je u některých položek využit efekt inkongruence. Může se tak stát, že např. číslice 2 je v poli vyobrazena

větší než číslice 4. Úkol je zaměřen na symbolické vnímání množství (symbolic numerosity).

- **Vnímání velikosti** – subtest sem byl zařazen na základě předpokladů, že mají jedinci s dyskalkulií deficity v rozpoznávání velikosti a ve vizuoprostorových dovednostech. Některé metody využívané u nás obsahují úkoly zahrnující třídění předmětů mj. podle velikosti. Zde je úkolem respondenta rychle označit větší ze dvou obrázků i při velmi malých rozdílech ve velikostech některých obrázků. Presentované obrázky se zde liší pouze velikostí zobrazení. V zahraničních výzkumech (Landerl. a kol. 2004, 2009), kde měli respondenti za úkol označit fyzicky větší číslici (bez ohledu na její numerickou hodnotu) nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi výsledky porovnávaných skupin. Landerl. a kol. (2004) uvedli, velikost 0,3 x 0,5cm u menších číslic a velikost 0,6 x 1cm u větších číslic (u pozdějšího výzkumu tato informace nebyla uvedena). Chtěli jsme prověřit možnost, že pokud by byly rozdíly mezi prezentovanými předměty (číslícemi či obrázky) méně patrné, mohly by se statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami prokázat s větší pravděpodobností. Zde jsou proto rozdíly mezi některými položkami obtížně patrné - u některých položek pouze 5% rozdíl ve velikosti.
- **Přiřazování číslic** – v tomto subtestu má respondent za úkol přiřadit ke skupině o určitém počtu bodů odpovídající číslici výběrem jednoho ze dvou polí obsahujících číslice. Pokud by tedy bylo respondentovi prezentováno pole obsahující 4 body, úkolem respondenta by bylo ze dvou čísel zvolit právě číslo 4.
- **Početní operace** – zde je měřena rychlost a správnost provádění základních početních operací (sčítání, odečítání a násobení) přiřazováním k početním příkladům správné výsledky. Tento subtest na rozdíl od ostatních hodnot již dosažené aritmetické dovednosti, které je možné získat tréninkem. Butterworth (2002) přesto předpokládá, že i jedinci s dyskalkulií mohou zvládnout počítat příklady na odpovídající úrovni z hlediska správnosti výsledků, potřebují však více času na to dojít ke správnému výsledku. Tento předpoklad je i v souladu s výzkumem autorů Landerl a kol. (2004).

6.2.2 Test struktury inteligence

Amthauerův Test Struktury inteligence IST 2000 R byl již představen v kapitole 4. Pro účely této práce byl administrován dvěma dospělým jedincům, kterým byla v minulosti přidělena diagnóza hypokalkulie či dyskalkulické obtíže, ne však přímo dyskalkulie. Protože oba tito jedinci dosáhli výkonu více než 1 SD pod průměrem v numerické části testu i dostatečně velký rozdíl mezi numerickou částí testu a ostatními, pro účely této studie byli zařazeni do skupiny jedinců s dyskalkulií.

Výsledky těchto jedinců byly navíc porovnány s výsledky pěti jedinců s diagnostikovanou dyskalkulií, kteří vykazali srovnatelné výsledky v numerické části testu i v ostatních subtestech.

Průměrné výsledky respondentů s diagnostikovanou dyskalkulií v metodě IST 2000 R jsou uvedeny v Příloze č. 4.

7 Výsledky výzkumu a jejich interpretace

7.1 Popis statistického posouzení významnosti rozdílů

TVM byl administrován ve skupině dětí i ve skupině dospělých. V obou těchto skupinách byly porovnány výsledky jedinců s dyskalkulií s výsledky jedinců z kontrolní skupiny. Všechny skupiny respondentů jsou zde porovnávány na základě hrubých skóre, a to přesného času (v sekundách i milisekundách) v jednotlivých subtestech i v celém testu i z hlediska počtu správných odpovědí.

Za účelem zhodnotit, zda jedinci s dyskalkulií dosahují statisticky významně nižších výsledků ve vnímání množství (v jednotlivých subtestech TVM), rozhodli jsme se nejprve určit tvar rozdělení pro celkové skóre TVM i dílčí subtesty. Tvar normálního rozdělení byl posuzován na základě výsledků **Saphiro-Wilkova testu normality**. U většiny subtestů byla normalita potvrzena (nebyla zamítnuta) na 5% hladině významnosti. Proto jsme se porovnat výsledky v jednotlivých skupinách **pomocí T-testu pro dva nezávislé soubory**. V úvahu jsme vzali i to, že ačkoliv se ve většině subtestů nepodařilo zamítnout normální rozložení, jedná se o poměrně malý výzkumný vzorek. Z tohoto důvodů jsme se rozhodli skupiny respondentů porovnat také pomocí **neparametrického Mann-Whitneyova U-testu**. **Pozorovaná hladina významnosti p byla vypočítána pro jednostranný test** a jako kritérium pro potvrzení statisticky významných rozdílů mezi skupinami jsme stanovili **hladinu významnosti 5% ($p < 0,05$)**.

U těch výsledků, kde se pomocí T-testu nebo U-testu prokázaly statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami respondentů, byl dále vypočítán **rozměrový efekt (effect size)**, abychom tak mohli přesněji určit rozdíly mezi nimi.

Výsledky získané pomocí T-testu byly doplněny **statistikou d** (Cohenovo d), kde se rozdíly mezi soubory pokládají za **malé pro hodnoty d přibližně 0,2**, za **střední pro hodnoty přibližně 0,5** a za **vysoké pro d okolo 0,8** (Cohen, 1988). Vzhledem k výsledkům zde budeme pracovat také s hodnocením rozdílů, které doplnil autor Sawilowsky (2009) jako **velmi vysoké (very large) pro d okolo 1,2** a **enormní (huge) při d okolo 2**.

Výsledky získané pomocí U-testu byly doplněny mírou rozměrového efektu pro **korelační koeficient r** , kde se rozdíly mezi soubory pokládají za **malé pro hodnoty $r = 0,1$** , za **střední pro $r = 0,3$** a za **velké pro $r = 0,5$** (Cohen, 1988).

7.2 Výsledky v jednotlivých subtestech

Nejprve si zhodnotíme výsledky respondentů v jednotlivých subtestech z hlediska rychlosti i správnosti odpovědí. Tato část kapitoly je věnována zejména **deskriptivní analýze dat** v jednotlivých skupinách. Další části hodnotí statistickou významnost rozdílů mezi porovnávanými skupinami.

Následující tabulky nám u jednotlivých skupin ukazují průměrnou **rychlost** při řešení úloh v jednotlivých subtestech i v celém testu (Celkem), mediánové hodnoty, směrodatné odchylky (standard deviation) (SD), a také minimální (Min.) a maximální čas (Max.).

Tabulka č. 3 nám ukazuje průměrnou rychlost při řešení úloh v experimentální i v kontrolní skupině dětí. Jak zde můžeme vidět, děti s dyskalkulií byly celkově pomalejší při zadávání odpovědí ve všech subtestech oproti kontrolní skupině dětí (bez ohledu na statistickou významnost rozdílů mezi těmito skupinami). Pro **děti** z kontrolní skupiny bylo **časově nejnáročnějším subtestem** Přiřazování číslíc, dále pak Početní operace a Počítání bodů, zatímco pro děti s dyskalkulií byly časově nejnáročnějším subtestem Početní operace, dále pak Přiřazování číslíc a Počítání bodů. V obou skupinách dětí byl **nejméně časově náročným subtestem** Reakční čas.

Tabulka č. 3: Výsledky dětí v jednotlivých subtestech TVM z hlediska rychlosti

Rychlost										
Děti	Kontrolní skupina (N = 26)					Dyskalkulie (N = 26)				
Subtest	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Reakční č.	21,53	19,92	5,68	15,37	34,20	24,88	23,61	6,26	15,70	42,34
Poč. bodů	73,44	71,67	27,13	27,23	138,37	90,35	81,73	25,47	45,83	146,61
Reprez. velikosti	50,61	51,21	12,63	32,76	88,34	59,18	54,88	20,28	31,68	122,28
Porovnávání č.	35,09	33,64	5,30	26,87	47,22	48,44	44,73	18,10	23,52	120,54
Vnímání vel.	45,24	43,77	11,05	28,29	78,14	50,06	52,40	10,93	25,53	72,91

Tabulka č. 4 nám zobrazuje průměrnou rychlost při řešení úloh v experimentální i v kontrolní skupině **dospělých**. Jak můžeme vidět i zde, dospělí respondenti s dyskalkulií byli celkově pomalejší při zadávání odpovědí ve všech subtestech oproti kontrolní skupině dospělých. I zde můžeme vidět, že pro respondenty z kontrolní skupiny bylo **časově nejnáročnějším subtestem** Přiřazování číslic, dále pak Početní operace a Počítání bodů, zatímco pro jedince s dyskalkulií byly časově nejnáročnějším subtestem Početní operace, dále pak Přiřazování číslic a Počítání bodů. V obou skupinách dětí byl **nejméně časově náročným subtestem** Reakční čas i zde.

Tabulka č. 4: Výsledky dospělých v jednotlivých subtestech TVM z hlediska rychlosti

Rychlost										
Děti	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
Subtest	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Reakční č.	19,80	18,19	5,83	14,99	43,43	24,56	22,62	4,97	19,92	35,26
Poč. bodů	54,01	53,39	12,45	34,23	77,99	76,64	70,80	23,49	48,12	121,19
Reprez. velikosti	42,98	40,42	9,66	32,66	65,51	51,23	48,23	12,23	36,34	74,08
Porovnávání č.	29,99	29,10	3,35	24,94	39,09	39,15	37,11	8,16	33,07	58,56
Vnímání vel.	34,04	32,79	7,90	23,82	55,58	39,15	37,72	8,49	29,31	60,40
Přiřazování č.	69,18	68,81	13,64	48,13	92,09	93,17	92,25	25,63	66,03	144,64
Početní operace	65,07	62,10	14,34	42,71	95,42	105,90	96,71	38,16	57,00	162,05
Celkem	315,06	304,43	49,80	239,35	415,96	429,81	388,88	92,66	339,92	593,98

Jak lze vyčíst z obou těchto tabulek, respondenti z kontrolní skupiny dospělých byli ve všech subtestech celkově rychlejší ve srovnání s respondenty z kontrolní skupiny dětí a podobně i dospělí respondenti s dyskalkulií byly celkově rychlejší než děti s dyskalkulií. To naznačuje i určitý **faktor věku** při rychlosti odpovídání, protože však cílem této práce není porovnávat výsledky dětí a dospělých, tyto rozdíly zde nejsou podrobněji zkoumány.

Následující tabulky nám u jednotlivých skupin ukazují průměrný počet **správných odpovědí** (Správnost) při řešení úloh v jednotlivých subtestech i v celém testu (Celkem), mediánové hodnoty, směrodatné odchylky (SD), a také minimální (Min.) a maximální čas (Max.).

Tabulka č. 5 nám ukazuje **průměrný počet správných odpovědí** v experimentální a v kontrolní skupině **dětí**. Jak zde můžeme vidět, děti s dyskalkulií zde prokázaly celkově vyšší chybovost (a tedy menší počet správných odpovědí) při zadávání odpovědí ve všech subtestech oproti kontrolní skupině dětí. V kontrolní skupině dětí je přitom patrná největší chybovost v subtestu Přiřazování čísl, dále pak Počítání bodů a Početní operace. V experimentální skupině dětí se největší chybovost projevila v subtestu Početní operace,

dále pak Přiřazování číslíc a Reprezentace velikosti. V obou těchto skupinách se nejmenší chybovost projevila v subtestu Reakční čas.

Tabulka č. 5: Výsledky dětí v jednotlivých subtestech TVM z hlediska správnosti

Správnost										
Děti	Kontrolní skupina (N = 26)					Dyskalkulie (N = 26)				
Subtest	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Reakční č.	29,38	30,00	1,47	24,00	30,00	28,88	30,00	3,04	15,00	30,00
Poč bodů	28,00	29,00	2,77	19,00	30,00	27,92	29,00	3,05	15,00	30,00
Reprez. velikosti	28,27	29,00	3,11	14,00	30,00	27,46	29,00	4,54	13,00	30,00
Porovnávání č.	28,92	29,00	1,16	27,00	30,00	27,69	28,00	3,22	14,00	30,00
Vnímání vel.	28,96	29,00	1,97	20,00	30,00	28,15	29,00	2,19	20,00	30,00
Přiřazování č.	27,42	28,00	2,58	20,00	30,00	26,81	28,00	3,14	17,00	30,00
Početní operace	28,08	29,00	1,87	23,00	30,00	25,46	26,00	3,36	18,00	30,00
Celkem	199,04	201,00	9,30	177,00	210,00	192,38	196,50	15,80	142,00	208,00

Tabulka č. 6 nám ukazuje průměrný počet správných odpovědí v experimentální i v kontrolní skupině **dospělých**. Jak můžeme vidět i zde, respondenti s dyskalkulií prokázali celkově vyšší chybovost při zadávání odpovědí ve všech subtestech oproti kontrolní skupině dospělých (bez ohledu na statistickou významnost rozdílů mezi těmito skupinami). Respondenti z kontrolní skupiny nejvíce chybovali v subtestu Přiřazování číslíc, dále pak v subtestech Početní operace, zatímco respondenti s dyskalkulií chybovali nejvíce v subtestu Početní operace, dále pak v subtestu Přiřazování číslíc.

Tabulka č. 6: Výsledky dospělých v jednotlivých subtestech TVM z hlediska správnosti

Správnost										
Dospělí	Kontrolní skupina (N = 21)					Dyskalkulie (N = 9)				
Subtest	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.	Průměr	Medián	SD	Min.	Max.
Reakční č.	29,62	30,00	0,67	28,00	30,00	29,33	30,00	2,00	24,00	30,00
Poč. bodů	29,10	29,00	1,04	27,00	30,00	28,78	30,00	1,99	24,00	30,00
Reprez. velikosti	29,52	30,00	0,81	27,00	30,00	29,22	29,00	0,97	27,00	30,00
Porovnávání č.	29,52	30,00	0,60	28,00	30,00	28,89	29,00	1,45	26,00	30,00
Vnímání vel.	29,81	30,00	0,40	29,00	30,00	29,00	29,00	1,32	26,00	30,00
Přiřazování č.	28,05	29,00	2,29	20,00	30,00	28,11	29,00	1,62	26,00	30,00
Početní operace	28,95	29,00	0,80	27,00	30,00	28,00	29,00	1,66	25,00	30,00
Celkem	204,57	206,00	4,02	191,00	209,00	201,33	203,00	6,18	191,00	209,00

Nyní se budeme věnovat výsledkům respondentů v jednotlivých subtestech podrobněji. Kromě popisné statistiky se budeme věnovat také zhodnocení statistické významnosti rozdílů.

Výsledky byly pro větší přehlednost shrnuty do následujících tabulek a tyto tabulky jsou dále popisovány. Tabulky uvádějí kromě průměrných výsledků a směrodatných odchylek daných skupin také pozorovanou hladinu významnosti p vypočítanou pomocí T-testu i pomocí U-testu (viz. výše. Jak jsme si také uvedli, pro ty výsledky, kde byly na alespoň 5% hladině významnosti prokázány statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami, byl dále vypočítán rozměrový efekt. I tyto výsledky byly shrnuty do tabulek, a to jak pro T-test (Cohenovo d) tak pro U-test (Mann-Whitneyovo r).

7.2.1 Reakční čas

Jak jsme si již uvedli, tento subtest byl zvažován jako kontrolní. Nebyl zaměřen na vnímání množství, velikosti ani na dosažené početní dovednosti. Do TVM byl zařazen především za účelem zjistit, zda mají jedinci s dyskalkulií obecně pomalejší tempo nebo zvýšenou chybovost při plnění úkolů administrovaných tímto způsobem.

Tabulka č. 7 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č 8 výsledky u dospělých v tomto subtestu. Jak lze vyčíst z obou těchto tabulek, ve skupinách dětí i ve skupinách dospělých zde jedinci s dyskalkulií prokázaly statisticky významně horší výsledky z hlediska rychlosti reakcí na 5% hladině významnosti. Statisticky významné rozdíly mezi skupinami dětí ani mezi skupinami dospělých z hlediska správnosti odpovědí zde nebyly prokázány.

Tabulka č. 7 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu**.

Tabulka č. 8 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují dokonce **vysoké hodnoty rozměrového efektu**.

Tabulka č. 7: Výsledky dětí v subtestu Reakční čas

Reakční čas											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>T</i> (50)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	21,53	5,68	24,89	6,26	-2,024	0,024	0,56	221,0	2,132	0,016	0,30
Správnost	29,38	1,47	28,88	3,04	0,755	0,227		301,5	0,659	0,201	

Tabulka č. 8: Výsledky dospělých v subtestu Reakční čas

Reakční čas											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (28)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	21,53	5,68	24,89	6,26	-2,138	0,021	0,88	27,0	-3,032	0,016	0,56
Správnost	29,38	1,47	28,88	3,04	0,593	0,343		81,0	-0,588	0,201	

Celkově tak lze shrnout, že rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů jsou zde větší než rozdíly mezi skupinami dětí.

7.2.2 Počítání bodů

Tento subtest je určen ke zjišťování úrovně vnímání množství na nesymbolické úrovni. Tabulka č. 9 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 10 výsledky u dospělých v tomto subtestu. Jak lze vyčíst z obou těchto tabulek, jedinci s dyskalkulií zde prokázali statisticky významně horších výsledků z hlediska rychlosti reakcí, a to ve skupině dětí i ve skupině dospělých. Statisticky významné rozdíly mezi skupinami dětí ani mezi skupinami dospělých z hlediska správnosti odpovědí zde nebyly prokázány.

Tabulka č. 9 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo d i Mann-Whitneyovo r nám naznačují **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu**.

Tabulka č. 10 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Mann-Whitneyovo r nám naznačuje poměrně **vysoké hodnoty rozměrového efektu** (téměř 0,5). Cohenovo d nám naznačuje **velmi vysoké hodnoty rozměrového efektu** a současně vyšší než v případě subtestu Reakční čas.

Tabulka č. 9: Výsledky dětí v subtestu Počítání bodů

Počítání bodů											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(50)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	73,44	27,13	90,36	25,47	-2,32	0,012	0,64	210,00	-2,333	0,010	0,32
Správnost	28,00	2,77	27,92	3,05	0,95	0,462		314,50	0,421	0,330	

Tabulka č. 10: Výsledky dospělých v subtestu Počítání bodů

Počítání bodů											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(28)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	54,01	12,45	76,64	23,49	3,47	0,011	1,2	36,00	-2,624	0,004	0,48
Správnost	29,10	1,04	28,78	1,99	0,58	0,330		92,50	-0,068	0,500	

Celkově tak lze shrnout, že rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů jsou zde větší než rozdíly mezi skupinami dětí.

7.2.3 Reprezentace velikosti

Tento subtest hodnotí mentální reprezentace velikosti předmětů prezentovaných na obrázcích. Tabulka č. 11 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 12 výsledky u dospělých v tomto subtestu. Z důvodu určitých odlišností výsledků ve skupinách dětí a ve skupinách dospělých se nyní budeme věnovat zvlášť výsledkům u dětí a výsledkům u dospělých respondentů.

Jak lze vyčíst z tabulky č. 11, na základě T-testu bylo na 5% hladině významnosti prokázáno, že **děti** s dyskalkulií dosahují statisticky významně horších výsledků z hlediska rychlosti odpovědí. Statisticky významné rozdíly mezi skupinou dětí s dyskalkulií a kontrolní skupinou dětí z hlediska správnosti odpovědí zde nebyly prokázány. Na základě neparametrického U-testu zde nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinami dětí z hlediska rychlosti (přestože se tyto rozdíly blíží statistické významnosti) ani z hlediska správnosti odpovědí.

Jak můžeme vyčíst z tabulky č. 12, **dospělí** jedinci s dyskalkulií zde ve srovnání s kontrolní skupinou dospělých dosáhli statisticky významně horších výsledků z hlediska rychlosti odpovědí, a to na základě T-testu i na základě U-testu. Statisticky významné rozdíly mezi skupinami dospělých z hlediska správnosti odpovědi zde nebyly prokázány.

Tabulka č. 11 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo d i Mann-Whitneyovo r nám naznačují **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu** (v případě Mann-Whitneyova r se jedná spíše o hodnoty nízké až střední).

Tabulka č. 12 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo d nám naznačuje poměrně vysoké hodnoty rozměrového efektu a Mann-Whitneyovo r nám naznačuje **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu** (vyšší než u dětí).

Tabulka č. 11: Výsledky dětí v subtestu Repräsentace velikosti

Repräsentace velikosti											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (50)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	50,61	12,62	59,18	20,28	-1,829	0,037	0,51	255,0	-1,501	0,065	0,21
Správnost	28,27	3,11	27,46	4,54	0,75	0,229		323,5	0,256	0,392	

Tabulka č. 12: Výsledky dospělých v subtestu reprezentace velikosti

Repräsentace velikosti											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (28)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	42,98	9,66	51,23	12,22	-1,980	0,029	0,75	52,000	-1,901	0,027	0,35
Správnost	29,52	0,81	29,22	0,97	0,878	0,194		74,500	0,882	0,149	

Celkově tak lze shrnout, že i zde jsou rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů větší než rozdíly mezi skupinami dětí.

7.2.4 Porovnávání čísel

Tento subtest je zaměřen na symbolické vnímání množství. Tabulka č. 13 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 14 výsledky u dospělých respondentů v tomto subtestu. Z obou tabulek lze vyčíst, že jedinci s dyskalkulií zde podali statisticky významně slabší výkony z hlediska rychlosti odpovědi oproti věkově příslušným kontrolním skupinám.

Jak lze dále vyčíst z tabulky č. 13, děti s dyskalkulií zde byly prokázány statisticky významně slabší výsledky také z hlediska správnosti odpovědi oproti kontrolní skupině dětí.

U dospělých jedinců nebyly prokázány statisticky významné rozdíly mezi respondenty s dyskalkulií a kontrolní skupinou dospělých z hlediska správnosti odpovědi.

Tabulka č. 13 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědi. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-

Whytneyovo r nám naznačují **vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí a středně vysoké hodnoty z hlediska správnosti odpovědí.**

Tabulka č. 14 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo d i Mann-Whytneyovo r nám naznačují **velmi vysoké hodnoty rozměrového efektu.**

Tabulka č. 13: Výsledky dětí v subtestu Porovnávání čísel

Porovnávání čísel											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(50)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	35,09	5,30	48,44	18,10	-3,601	0,001	1,00	109,00	-4,18	0,000	0,58
Správnost	28,92	1,16	27,69	3,22	1,83	0,038	0,51	250,50	1,59	0,049	0,23

Tabulka č. 14: Výsledky dospělých v subtestu Porovnávání čísel

Porovnávání čísel											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(28)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	29,99	3,35	39,15	8,16	-4,420	0,000	1,47	13,000	-3,666	0,000	0,67
Správnost	29,52	0,6	28,89	1,45	1,717	0,118		75,000	0,860	0,162	

Celkově tak lze shrnout, že i zde jsou rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů větší než rozdíly mezi skupinami dětí. Dále lze konstatovat, že se zde mezi skupinami dětí i mezi skupinami dětí projeví vysoké a až velmi vysoké rozdíly z hlediska rychlosti odpovědí. U dětí byl vypočítán rozměrový efekt i pro správnost odpovědí, kde však rozdíly mezi skupinou dětí s dyskalkulií a kontrolní skupinou dětí nedosáhl natolik vysokých hodnot.

7.2.5 Vnímání velikosti

Tento subtest je zaměřen na vnímání velikosti. Tabulka č. 15 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 16 výsledky u dospělých respondentů v tomto subtestu.

Jak nám tyto tabulky ukazují, T-test neprokázal statisticky významné rozdíly mezi skupinami dětí ani mezi skupinami dospělých z hlediska rychlosti odpovědí a ani z hlediska jejich správnosti.

Oproti tomu byly na základě neparametrického U-testu prokázány statisticky významné rozdíly. Děti s dyskalkulií zde dosáhly statisticky významně horších výsledků z hlediska rychlosti i správnosti odpovědí oproti kontrolní skupině dětí. Stejně tak dospělí respondenti s dyskalkulií zde dosáhli statisticky významně horších výsledků z hlediska rychlosti i správnosti odpovědí oproti kontrolní skupině dospělých.

Tabulka č. 15 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují přibližně **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí i z hlediska správnosti odpovědí**, přestože se vždy jedná spíše o nižší střed.

Tabulka č. 16 nám ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí**, přičemž se jedná spíše o vyšší střed. **Z hlediska správnosti odpovědí nám Cohenovo *d* naznačuje vysoké hodnoty rozměrového efektu a Mann-Whitneyovo *r* hodnoty středně vysoké až vysoké.**

Tabulka č. 15: Výsledky dětí v subtestu Vnímání velikosti

Vnímání velikosti											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (50)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	45,24	11,1	50,06	10,9	-1,582	0,060	0,44	235,00	-1,876	0,030	0,26
Správnost	28,96	1,97	28,15	2,19	1,400	0,084	0,39	228,00	2,004	0,018	0,29

Tabulka č. 16: Výsledky dospělých v subtestu Vnímání velikosti

Vnímání velikosti											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (28)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	34,04	7,9	39,15	8,49	-1,590	0,072	0,62	53,000	-1,856	0,030	0,34
Správnost	29,8095	0,402	29	1,32	2,590	0,053	0,83	56,000	1,720	0,015	0,40

Celkově tak lze shrnout, že i zde jsou rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů větší než rozdíly mezi skupinami dětí. Tyto rozdíly mezi skupinami jsou nejvíce patrné v oblasti správnosti odpovědí u dospělých, kde se projeví poměrně vysoké rozdíly mezi skupinou jedinců s dyskalkulií a kontrolní skupinou dospělých.

7.2.6 Přiřazování číslic

V tomto subtestu je úkolem respondentů přiřadit odpovídající číslici ke skupině bodů v poli. Tabulka č. 17 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 18 výsledky u dospělých respondentů v tomto subtestu. Jak lze vyčíst z obou těchto tabulek, ve skupinách dětí i ve skupinách dospělých zde jedinci s dyskalkulií prokázaly statisticky významně horší výsledky z hlediska rychlosti reakcí. Statisticky významné rozdíly mezi skupinami dětí ani mezi skupinami dospělých z hlediska správnosti odpovědí zde nebyly prokázány.

Tabulka č. 17 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, **Cohenovo *d* nám naznačuje středně vysoké až vysoké hodnoty rozměrového efektu** (přičemž se hodnoty blíží více hodnotě 0,8 než hodnotě 0,5) a Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují **středně vysoké hodnoty rozměrového efektu**.

Tabulka č. 18 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, **Cohenovo *d* i Mann-Whitneyovo *r* nám naznačují vysoké hodnoty rozměrového efektu, přičemž Cohenovo *d* nám naznačuje hodnoty až velmi vysoké** (blíží se hodnotě 1,2).

Tabulka č. 17: Výsledky dětí v subtestu Přiřazování číslic

Přiřazování číslic											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (50)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	82,15	14,82	99,91	32,65	-2,525	0,008	0,70	210,00	-2,333	0,010	0,32
Správnost	27,42	2,58	26,81	3,14	0,773	0,222		289,50	0,878	0,184	

Tabulka č. 18: Výsledky dospělých v subtestu Přiřazování číslic

Přiřazování číslic											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	<i>t</i> (28)	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Rychlost	69,18	13,64	93,17	25,63	-3,36	0,01	1,17	34,00	-2,72	0,00	0,50
Správnost	28,05	2,29	28,11	1,62	-0,08	0,47		87,50	0,29	0,37	

Celkově tak lze shrnout, že i zde jsou rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů větší než rozdíly mezi skupinami dětí.

7.2.7 Početní operace

V tomto subtestu je úkolem respondentů přiřadit k početním příkladům číslici odpovídající jejich výsledkům. Tabulka č. 19 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 20 výsledky u dospělých respondentů v tomto subtestu. Jak lze vyčíst z obou těchto tabulek, ve skupinách dětí i ve skupinách dospělých zde jedinci s dyskalkulií prokázaly statisticky významně horší výsledky z hlediska rychlosti reakcí oproti věkově příslušným kontrolním skupinám. Jak lze dále vyčíst z tabulky č. 19, děti s dyskalkulií zde prokázaly statisticky významně horší výsledky také z hlediska správnosti odpovědí oproti kontrolní skupině dětí. Jak nám však ukazuje tabulka 20, nebyly zde prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinou dospělých respondentů s dyskalkulií a kontrolní skupinou dospělých.

Tabulka č. 19 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Cohenovo *d* i Mann-

Whytneyovo r nám naznačují **velmi vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí** (a až enormně vysoké v případě Cohenova d) **a vysoké hodnoty i z hlediska správnosti odpovědí** (zejména u Cohenova d).

Tabulka č. 20 nám ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, **Mann-Whitneyovo r nám naznačuje vysoké hodnoty rozměrového efektu a Cohenovo d naznačuje velmi vysoké hodnoty rozměrového efektu.**

Tabulka č. 19: Výsledky dětí v subtestu Početní operace

Početní operace											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(50)$	P	d	U	Z	p	r
Rychlost	79,63	18,48	145,18	47,45	-6,564	0.000	1,82	68,00	-4,932	0.000	0,69
Správnost	28,08	1,87	25,46	3,36	3,465	0,001	0,96	169,50	3,075	0,001	0,43

Tabulka č. 20: Výsledky dospělých v subtestu Početní operace

Početní operace											
Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(28)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	65,07	14,34	105,9	38,16	-4,32	0,006	1,42	28,00	-2,99	0,002	0,55
Správnost	28,95	0,8	28	1,66	2,14	0,066		64,00	1,36	0,069	

Celkově lze shrnout, že na rozdíl od všech dřívějších subtestů jsou zde větší rozdíly mezi skupinami dětí než rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů.

7.2.8 Celkové výsledky

Zde si shrneme celkové výsledky jednotlivých skupin v TVM. Tabulka č. 21 nám zobrazuje výsledky u dětí a tabulka č. 22 výsledky u dospělých respondentů v tomto subtestu. Jak můžeme vidět, ve skupinách dětí i ve skupinách dospělých zde jedinci s dyskalkulií prokázaly statisticky významně horší výsledky z hlediska rychlosti reakcí

oproti věkově příslušným kontrolním skupinám. Jak lze dále vyčíst z tabulky 21, děti s dyskalkulií zde prokázaly statisticky významně horší výsledky také z hlediska správnosti odpovědí oproti kontrolní skupině dětí. Jak nám dále ukazuje tabulka 22, T-test prokázal statisticky významné rozdíly také mezi dospělými respondenty s dyskalkulií a respondenty z kontrolní skupiny dospělých na 5% hladině významnosti, zatímco U-test statisticky významné rozdíly neprokázal.

Tabulka č. 21 nám dále ukazuje velikost rozměrového efektu **u dětí**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Mann-Whitneyovo r nám naznačuje **vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí a Cohenovo d velmi vysoké hodnoty. Z hlediska správnosti odpovědí nám Cohenovo d i Mann-Whitneyovo r naznačují středně vysoké hodnoty rozměrového efektu.**

Tabulka č. 22 nám ukazuje velikost rozměrového efektu **u dospělých**, který byl vypočítán pro **rychlost** i **správnost** odpovědí. Jak z ní lze vyčíst, Mann-Whitneyovo r nám naznačuje **vysoké hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí a Cohenovo d velmi vysoké hodnoty. Z hlediska správnosti odpovědí nám Cohenovo d i Mann-Whitneyovo r naznačují středně vysoké hodnoty rozměrového efektu.**

Tabulka č. 21: Celkové skóre dětí v TVM

Celkové skóre											
Děti	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(50)$	p	d	U	Z	p	r
Rychlost	387,69	77,2	518,01	127,8	-4,449	0,000	1,23	121,00	-3,962	0,000	0,55
Správnost	199,04	9,3	192,38	15,8	1,850	0,036	0,51	226,00	2,041	0,02	0,28

Tabulka č. 22: Celkové skóre dospělých v TVM

Dospělí	Kontrolní skupina		Dyskalkulie		T-test			U-test			
	Průměr	SD	Průměr	SD	$t(28)$	p	d	U	Z	P	r
Rychlost	315,06	49,8	429,81	92,66	-4,43	0,003	1,54	24,00	-3,17	0,001	0,58
Správnost	204,57	4,02	201,33	6,18	1,71	0,049	0,62	64,50	1,34	0,087	0,25

Celkově tak lze shrnout, že podobně jako u většiny jednotlivých subtestů jsou i u celkových výsledků TVM rozdíly mezi skupinami dospělých respondentů větší než rozdíly mezi skupinami dětí.

Podrobnější výsledky jsou uvedeny v přílohách.

7.3 Zhodnocení výsledků

V předešlé části jsme se zabývali výsledky jednotlivých subtestů TVM. Ještě než se budeme věnovat zhodnocení hypotéz, následující řádky shrnují výsledky jednotlivých subtestů a porovnávají je mezi sebou.

7.3.1 Zhodnocení výsledků jednotlivých subtestů

Jak vyplývá z výše uvedených výsledků metody TVM, **respondenti s dyskalkulií v tomto souboru se od respondentů z věkově příslušných kontrolních skupin liší spíše z hlediska rychlosti odpovědí než z hlediska jejich správnosti.**

Ve všech jednotlivých subtestech byly na 5% hladině významnosti prokázány statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami respondentů z hlediska rychlosti odpovědí, a to na základě T-testu pro dva nezávislé soubory nebo pomocí neparametrického Mann-Whitneyova U-testu, případně na základě obou těchto měření. Přesto byly tyto rozdíly ve výsledcích v některých subtestech větší a významnější než výsledky v jiných.

Pouze u některých subtestů byly na 5% hladině významnosti prokázány statisticky významné rozdíly z hlediska správnosti odpovědí mezi porovnávanými skupinami respondentů (Porovnávání čísel, Vnímání velikosti a Početní operace).

Statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami z hlediska rychlosti odpovědí se na 5% hladině významnosti potvrdily dokonce i v subtestu Reakční čas, který byl původně zamýšlen jako kontrolní (Landerl a kol, 2004, 2009). Tyto rozdíly byly potvrzeny ve skupinách dětí i dospělých a budeme se jim dále věnovat závěrečné diskusi.

Protože nám bylo jasné, že má tato studie určitá omezení (jako je např. velikost vzorku), pro zpřesnění výsledků jsme vypočítali také velikost **rozměrového efektu**, který nám může napovědět, jak velké jsou rozdíly mezi porovnávanými skupinami. I tak jsme si vědomi, že výsledky musíme **interpretovat s opatrností.**

Tabulka č. 23 nám shrnuje hodnoty rozměrového efektu ve skupinách dětí i ve skupinách dospělých z hlediska rychlosti odpovědí. V tabulce jsou zvýrazněny ty hodnoty, které lze považovat za vysoké (blíží se hodnotám alespoň 0,8 v případě Cohena d a blíží se hodnotám 0,5 v případě Mann-Whitneyova r).

Tabulka č. 23: Hodnoty rozměrového efektu z hlediska rychlosti odpovědí

Rychlost	Rozměrový efekt			
Skupina	Děti		Dospělí	
Subtest	Cohenovo d	Mann-Whitneyovo r	Cohenovo d	Mann-Whitneyovo r
Reakční č.	0,56	0,30	0,88	0,56
Poč. bodů	0,64	0,32	1,20	0,48
Reprez. velikosti	0,51	0,21	0,75	0,35
Porovnávání č.	1,00	0,58	1,47	0,67
Vnímání vel.	0,44	0,26	0,62	0,34
Přiřazování č.	0,70	0,32	1,17	0,50
Poč. operace	1,82	0,69	1,42	0,55

Jak lze z tabulky vyčíst, **u dětí** bylo dosaženo **nejvyšších hodnot** rozměrového efektu v subtestu Početní operace (Cohenovo d se nachází mezi hodnotami 1,2 – velmi vysoké a 2 - enormní). Vysokých hodnot bylo dosaženo též v subtestu Porovnávání č. a poměrně vysokých též v subtestu Přiřazování čísel, dále pak v subtestu Počítání bodů (kde se již jedná spíše o středně vysoké hodnoty). **Nejnižších hodnot** rozměrového efektu u dětí bylo dosaženo v subtestu Vnímání velikosti a Reprezentace velikosti, tyto hodnoty se však stále odpovídají středně vysokým.

U dospělých bylo dosaženo **nejvyšších hodnot** rozměrového efektu v subtestu Porovnávání čísel, dále pak v subtestech Početní operace, Počítání bodů a Přiřazování čísel (kde se hodnoty stále blíží číslu 1,2). Vysokých hodnot zde bylo dosaženo také

v subtestu Reakční čas. Podobně jako u dětí bylo **nejnižších hodnot** rozměrového efektu bylo dosaženo v subtestu Vnímání velikosti, přestože i zde lze tyto hodnoty považovat za středně vysoké.

Podobně jako zhodnocení statistické významnosti rozdílů mezi porovnávanými skupinami si tu lze všimnout, že zatímco **děti diagnostikovanou dyskalkulií se od věkově příslušné kontrolní skupiny nejvíce liší z hlediska dosažených početních dovedností** (rozměrový efekt se zde blíží až enormně vysokým hodnotám) a méně pak v oblasti symbolického vnímání množství (kde rozměrový efekt nabývá vysokých až velmi vysokých hodnot), **dospělý s dyskalkulií v tomto souboru se od věkově příslušné kontrolní skupiny liší nejvíce v oblasti symbolického vnímání množství** (Porovnávání čísel), přestože i v oblasti dosažených početních dovedností dosáhl rozměrový efekt velmi vysokých hodnot.

Na základě výše uvedených informací lze shrnout, že respondenti s dyskalkulií v tomto výzkumném souboru prokázali horší výsledky ve srovnání s věkově příslušnými kontrolními skupinami v dosažených početních dovednostech i v oblasti vnímání množství, a to především v rychlosti odpovědi v metodě TVM. Přestože tito jedinci prokázali pomalejší pracovní tempo ve všech subtestech, v uvedených oblastech byly prokázány největší rozdíly mezi porovnávanými skupinami.

7.3.2 Zhodnocení hypotéz

V této části si stručně zhodnotíme stanovené hypotézy, které zároveň nabízejí odpovědi na výzkumné otázky. Nejprve se budeme věnovat H1 navazující na hlavní výzkumnou otázku. Všechny další hypotézy byly dále členěny na hypotézy dílčí, proto zde budou dále hodnoceny právě tyto dílčí hypotézy.

H1 Úroveň vnímání množství je u jedinců s dyskalkulií statisticky významně horší než u jedinců z kontrolní skupiny.

Úroveň vnímání množství byla měřena pomocí nestandardizované metody TVM. U této metody tedy doposud nebyla ověřována validita. Tvrdíme-li tedy např., že je některý ze subtestů této metody určen k mapování úrovně vnímání velikosti testovaných jedinců, měli bychom výsledky takového testování hodnotit s velkou opatrností.

Celkové výsledky prokázaly statisticky významné rozdíly mezi skupinami jedinců s dyskalkulií a věkově příslušnými kontrolními skupinami v rychlosti i přesnosti odpovědí (pouze v oblasti správnosti odpovědí u dospělých respondentů na základě U-testu tyto rozdíly nedosáhly statistické významnosti). Výsledky jednotlivých subtestů této metody se však různí a nelze tedy říci, že by všechny potvrzovaly tuto hypotézu stejnou měrou.

H2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tato hypotéza byla ověřována pomocí subtestů Porovnávání čísel a Přiřazování číslíc. Nyní se budeme věnovat dílčím hypotézám.

H2.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

Hypotéza H2.1 byla potvrzena.

H2.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na symbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Hypotézu H2.2 potvrzují v subtestu Porovnávání čísel pouze výsledky u dětí, nikoliv však výsledky u dospělých a v subtestu Přiřazování číslíc nepotvrzují tuto hypotézu žádné z výsledků. Většina výsledků tak tuto hypotézu nepotvrzuje. Hypotézu tak nelze zcela potvrdit.

H3 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tato hypotéza byla ověřována pomocí subtestu Počítání bodů. Nyní se budeme věnovat dílčím hypotézám.

H3.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

Hypotéza H3.1 byla potvrzena.

H3.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na nesymbolické vnímání množství statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Hypotéza H3.2 byla zamítnuta.

H4 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tato hypotéza byla ověřována pomocí subtestů Vnímání velikosti a Reprezentace velikosti. Nyní se budeme věnovat dílčím hypotézám.

H4.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

Hypotézu H4.1 potvrzuje v subtestu Reprezentace velikosti pouze výsledek T-testu (u skupin dětí i dospělých), zatímco výsledky U-testu ji potvrzují pouze v případě dospělých. V subtestu Vnímání velikosti potvrzují tuto hypotézu pouze výsledky U-testu, nikoliv však výsledky T-Testu, a to ve skupinách dětí i dospělých respondentů. Tuto hypotézu tak nelze jednoznačně potvrdit.

H4.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolech zaměřených na vnímání velikosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Hypotézu H4.2 nepotvrzují v subtestu Reprezentace velikosti žádné výsledky. V subtestu Vnímání velikosti tuto hypotézu potvrzují pouze výsledky U-testu, a to u skupin dětí i u skupin dospělých respondentů. Hypotézu tak nelze zcela potvrdit.

H5 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tato hypotéza byla ověřována pomocí subtestu Početní operace. Nyní se budeme věnovat dílčím hypotézám.

H5.1 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **rychlosti** odpovědí.

Hypotéza H5.1 byla potvrzena.

H5.2 Jedinci s dyskalkulií dosáhnou v úkolu zaměřeném na základní početní dovednosti statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou z hlediska **přesnosti** odpovědí.

Hypotézu H5.2 potvrzují v subtestu Početní operace pouze výsledky u dětí, nikoliv však výsledky u dospělých respondentů. Hypotézu tedy nelze zcela potvrdit.

7.4 Vnímání množství u jedinců s dalšími poruchami učení

Jak již bylo uvedeno, výzkumu se zúčastnili i jedinci s dalšími poruchami učení. Považovali jsme za zajímavé porovnat jejich výsledky s výsledky jedinců s dyskalkulií i s kontrolní skupinou, což by nám mohlo napovědět, zda nízké výsledky v TVM způsobuje skutečně dyskalkulie nebo zda mohou být důsledkem dalších SPU.

Bohužel se nám nepodařilo sestavit dostatečně velký vzorek jedinců s ostatními SPU, ani tuto skupinu dostatečně sladit se skupinou jedinců s dyskalkulií (viz. kapitola 6).

Ačkoliv se zde nebudeme věnovat žádné podrobnější a hlubší analýze, přesto jsme se rozhodli alespoň stručně zhodnotit výsledky jedinců s ostatními SPU.

Tabulka č. 24 nám ukazuje průměrnou rychlost při řešení úloh v experimentální a v kontrolní skupině dětí i ve skupině dětí s ostatními SPU. Jak můžeme vidět, ačkoliv byly děti s ostatními SPU v průměru ve všech subtestech o něco pomalejší než děti z kontrolní skupiny, jejich výsledky se podobají více výsledkům dětí z kontrolní skupiny než výsledkům dětí s dyskalkulií.

Tabulka č. 24 Rychlost ve vnímání množství ve 3 skupinách dětí

Rychlost									
Děti	Kontrolní skupina			SPU			Dyskalkulie		
Subtest	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD
Reakční č.	21,53	19,92	5,68	21,83	19,28	6,04	24,88	23,61	6,26
Poč. bodů	73,44	71,67	27,13	78,84	94,92	32,00	90,35	81,73	25,47
Reprez. velikosti	50,61	51,21	12,63	53,90	50,00	13,86	59,18	54,88	20,28
Porovnávání č.	35,09	33,64	5,30	37,79	36,88	4,52	48,44	44,73	18,10
Vnímání vel.	45,24	43,77	11,05	49,02	45,52	13,97	50,06	52,40	10,93
Přiřazování č.	82,15	82,18	14,82	92,57	81,70	27,91	99,91	97,23	32,65
Početní operace	79,63	80,18	18,48	99,75	100,72	20,84	145,18	149,80	47,45
Celkem	387,70	394,33	77,20	433,71	429,01	119,14	518,01	515,00	127,84

Tabulka č. 25 nám ukazuje průměrný počet správných odpovědí v experimentální a v kontrolní skupině dětí i ve skupině dětí s ostatními SPU. Jak můžeme vidět, ačkoliv děti s ostatními SPU dosáhly o něco horších výsledků z hlediska správnosti odpovědí ve srovnání s kontrolní skupinou, dosáhli zároveň lepších výsledků ve srovnání se skupinou dětí s dyskalkulií. Jak jsme si nicméně již uvedli, ani děti s dyskalkulií ve většině subtestech neprokázaly statisticky významně horší výsledky ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tabulka č. 25: Rychlost ve vnímání množství u 3 skupin dětí

Správnost									
Děti	Kontrolní skupina			SPU			Dyskalkulie		
Subtest	Průměr	Median	SD	Průměr	Median	SD	Průměr	Median	SD
Reakční č.	29,38	30,00	1,47	29,64	30,00	0,50	28,88	30,00	3,04
Poč. bodů	28,00	29,00	2,77	27,82	29,00	3,09	27,92	29,00	3,05
Reprez. velikosti	28,27	29,00	3,11	28,18	29,00	2,04	27,46	29,00	4,54
Porovnávání č.	28,92	29,00	1,16	29,09	29,00	0,94	27,69	28,00	3,22
Vnímání vel.	28,96	29,00	1,97	27,73	28,00	1,85	28,15	29,00	2,19
Přiřazování č.	27,42	28,00	2,58	26,73	28,00	3,74	26,81	28,00	3,14
Početní operace	28,08	29,00	1,87	27,09	27,00	1,58	25,46	26,00	3,36
Celkem	199,04	201,00	9,30	196,27	200,00	13,75	192,38	196,50	15,80

Tabulka č. 26 nám ukazuje průměrnou rychlost při řešení úloh v experimentální a v kontrolní skupině dospělých i ve skupině dospělých s ostatními SPU. Jak můžeme vidět, dospělí respondenti s ostatními SPU byli ve většině subtestů dokonce o něco rychlejší ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tabulka č. 26: Rychlost ve vnímání množství u 3 skupin dospělých

Rychlost									
Dospělí	Kontrolní skupina			SPU			Dyskalkulie		
Subtest	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD
Reakční č.	19,80	18,19	5,83	18,54	17,72	3,39	24,56	22,62	4,97
Poč. bodů	54,01	53,39	12,45	48,78	50,99	11,12	76,64	70,80	23,49
Reprez. velikosti	42,98	40,42	9,66	40,89	36,02	13,74	51,23	48,23	12,23
Porovnávání č.	29,99	29,10	3,35	30,63	29,03	7,23	39,15	37,11	8,16
Vnímání vel.	34,04	32,79	7,90	36,23	36,02	6,45	39,15	37,72	8,49
Přiřazování č.	69,18	68,81	13,64	68,11	65,10	14,30	93,17	92,25	25,63
Početní operace	65,07	62,10	14,34	65,03	60,91	17,83	105,90	96,71	38,16
Celkem	315,06	304,43	49,80	308,21	301,27	64,04	429,81	388,88	92,66

Tabulka č. 27 nám ukazuje průměrný počet správných odpovědí v experimentální a v kontrolní skupině dospělých i ve skupině dospělých s ostatními SPU. Jak můžeme vidět, respondenti s ostatními SPU zde dosáhly podobných výsledků jako respondenti z kontrolní skupiny. Jak jsme si také již uváděli, ani jedinci s dyskalkulií zde ve většině subtestech nedosáhli statisticky významně horších výsledků ve srovnání s kontrolní skupinou.

Tabulka č. 27 Přesnost ve vnímání množství ve 3 skupinách dospělých

Správnost									
Dospělí	Kontrolní skupina			SPU			Dyskalkulie		
Subtest	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD	Průměr	Medián	SD
Reakční č.	29,62	30,00	0,67	29,75	30,00	0,45	29,33	30,00	2,00
Poč. bodů	29,10	29,00	1,04	29,33	30,00	1,07	28,78	30,00	1,99
Reprez. velikosti	29,52	30,00	0,81	29,33	30,00	1,07	29,22	29,00	0,97
Porovnávání č.	29,52	30,00	0,60	29,33	30,00	1,15	28,89	29,00	1,45
Vnímání vel.	29,81	30,00	0,40	29,17	30,00	1,27	29,00	29,00	1,32
Přirazování č.	28,05	29,00	2,29	28,83	29,00	1,64	28,11	29,00	1,62
Početní operace	28,95	29,00	0,80	28,83	29,00	1,34	28,00	29,00	1,66
Celkem	204,57	206,00	4,02	204,58	206,00	5,88	201,33	203,00	6,18

Jak jsme si zde ukázali, průměrné výsledky jednotlivých skupin příliš nenasvědčují tomu, že by jedinci s ostatními SPU dosahovali výrazně horších výsledků oproti respondentům z kontrolních skupin, což vyplynulo i z výsledků výzkumů autorů Landerl a kol. (2004, 2009). O něco lepších výsledků ve srovnání s věkově příslušnou kontrolní skupinou zde dosáhli dospělí jedinci s ostatními SPU (oproti dětem s ostatními SPU ve srovnání s kontrolní skupinou dětí).

Tyto výsledky bychom však měli interpretovat s velkou opatrností vzhledem k uvedeným omezením při jejich získávání i proto, že nebyly podrobeny žádné detailnější analýze.

8 Diskuse

V diskusi se zaměříme na několik okruhů otázek. Nejprve si shrneme zaměření práce a výsledky její výzkumné části, dále se budeme věnovat limitům této studie i návrhům pro další výzkum.

8.1 Vnímání množství jako indikátor obtíží v nabývání aritmetických dovedností

V této práci jsme se zaměřili rychlost a přesnost ve vnímání množství u jedinců s dyskalkulií jako možného indikátoru obtíží v nabývání aritmetických dovedností. Navázali jsme tak na několik výzkumů, které již byly realizovány v zahraničí (Landerl a kol. 2004, 2009; Szucs a kol., 2013), z nichž vyplynulo, že vnímání množství bývá u jedinců s dyskalkulií narušené. Toto narušení bylo patrné v úlohách zaměřených na symbolické vnímání množství (kdy měli respondenti např. vybrat ze dvou číslic číslici s větší hodnotou) i v úlohách zaměřených na nesymbolické vnímání množství (zahrnující např. výběr pole obsahující větší počet bodů) (Landerl a kol. 2004, 2009). Dále nám byla inspirací také metoda The Dyscalculia Screener (Butterworth, 2003), která je ve Velké Británii využívána k diagnostice dyskalkulie. Kromě již dosažených početních dovedností zjišťuje u testovaných jedinců právě vnímání množství, jehož narušení autor považuje za klíčový faktor rozvoje této poruchy učení, ačkoliv sám připouští, že ne všechny oblasti matematiky jím jsou zasaženy tolik jako aritmetické dovednosti. Taková diagnostická metoda u nás také zatím není k dispozici.

Je třeba podotknout, že problematika vnímání množství jako možného indikátoru obtíží v rozvoji početních dovedností bývá v zahraničí diskutována. Gillum (2012) uvádí, že ačkoliv panuje všeobecná shoda v tom, že oslabení ve vnímání množství patří k hlavním příčinám dyskalkulie, nemáme dostatečné důkazy pro to považovat tuto příčinu za jedinou možnou. Z tohoto důvodu také považujeme vnímání množství za jeden z možných indikátorů obtíží v oblasti početních dovedností, nikoliv jako jediný.

U nás téma dyskalkulie a ani téma vnímání množství jakožto klíčového faktoru v rozvoji aritmetických dovedností není příliš časté. Proto jsme se rozhodli uvedené zahraniční poznatky ověřit také v našich podmínkách.

Vytvořili jsme počítačový program, kterému jsme dali pracovní název Test vnímání množství (TVM), prostřednictvím něhož byly respondentům s dyskalkulií i respondentům z kontrolní skupiny prezentovány úlohy zaměřené především na vnímání množství, dále pak úroveň dosažených základních početních dovedností i na vnímání velikosti, a který u respondentů zároveň měřil přesný čas i přesnost (správnost) jejich odpovědí.

Do výzkumného souboru byli zařazeni žáci 2. stupně ZŠ i dospělí respondenti ve věku 20-30 let. Úroveň vnímání množství tak byla zkoumána i u dospělých jedinců.

Významnost rozdílů mezi porovnávanými skupinami byla posuzována prostřednictvím T-testu pro dva nezávislé soubory i prostřednictvím Mann-Whitneyova U-testu, a to z důvodu poměrně malého výzkumného vzorku i proto, ne u všech subtestů bylo zjištěno normální rozdělení ve výsledcích respondentů.

8.2 Diskuse výsledků výzkumu

Ve všech subtestech, které byly respondentům administrovány, byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi respondenty s dyskalkulií a věkově příslušnými kontrolními skupinami z hlediska rychlosti odpovědí. **Největší rozdíly z hlediska rychlosti odpovědí mezi porovnávanými skupinami respondentů byly zjištěny v subtestech zaměřených na dosažené početní dovednosti a na symbolické vnímání množství, dále pak v subtestu zaměřeném na nesymbolické vnímání množství.** Tyto výsledky jsou v souladu s uvedenými výzkumy, jejichž výsledky naznačují, že jedinci s obtížemi v početních dovednostech mívají deficit právě v symbolickém i nesymbolickém vnímání množství, a to spíše z hlediska rychlosti odpovědí než z hlediska jejich správnosti (Landerl a kol. 2004, 2009; Szucs a kol., 2013).

Pouze u některých subtestů v tomto výzkumu byly prokázány statisticky významné rozdíly z hlediska správnosti odpovědí, a to Vnímání velikosti u dospělých i u dětí, Porovnávání čísel pouze u dětí (úloha zaměřená na symbolické vnímání množství) a Početní operace pouze u dětí.

Statisticky významné rozdíly z hlediska rychlosti odpovědí byly prokázány i v subtestu **Reakční čas**, který byl původně zvažován jako kontrolní. Tento subtest nebyl zaměřen ani na početní dovednosti ani na vnímání množství. Jeho účelem bylo především

odlišit deficit ve vnímání množství od obecně pomalejšího pracovního tempa při zadávání odpovědí tím, že respondenti měli za úkol kliknutím na klávesnici označit ze dvou polí s body to, v němž se nacházel černý bod. Černý bod byl vždy pouze jeden a nacházel se v jednom ze dvou polí, přičemž ostatní body byly bílé. I zde obsahovala všechna pole skupinu bodů o různých počtech, úkolem respondentů ale nebylo body nijak počítat ani odhadovat jejich množství. Skutečnost, že i zde byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinami, naznačuje **možnost, že jedinci s dyskalkulií mohou mít obecně pomalejší pracovní tempo, což však nevyplynulo ze zahraničních studií**, na které tato navazuje (Landerl a kol. 2004, 2009; Szucs a kol., 2013). Ze samotných výsledků tohoto výzkumu jasně nevyplyvá, zda tyto výsledky odpovídají pouze tomuto výzkumnému vzorku, který je omezen počtem respondentů (a kde většina dětí s dyskalkulií navštěvuje třídy pro děti s SPU a má také více než jednu diagnostikovanou SPU či další specifické poruchy jako je ADHD), nebo zda u nás bývá dyskalkulie častěji identifikována u jedinců, u nichž se projeví více obtíží včetně pomalejšího pracovního tempa a s větší pravděpodobností se tak u nich podaří identifikovat také dyskalkulii.

Nejméně významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami z hlediska rychlosti odpovědí byly prokázány v subtestu Vnímání velikosti, který na rozdíl od subtestu Reakční čas nebyl zamýšlen jako kontrolní. Přestože i zde tyto rozdíly dosáhly statistické významnosti, nabízí se nám tím **otázka vhodnosti zvoleného způsobu ověřování rychlosti pracovního tempa**. Jak jsme si již uvedli, z výzkumu autorů Landerl a kol. (2004), kde měli respondenti porovnávat číslce podle fyzické velikosti, nevyplynuly statisticky významné rozdíly mezi dětmi s dyskalkulií a kontrolní skupinou. Zde měli respondenti v subtestu Vnímání velikosti porovnávat nikoliv číslce, nýbrž obrázky a snažili jsme se, aby rozdíly mezi nimi byly obtížněji patrné. Nicméně hodnoty rozměrového efektu pro U-test zde dosáhly středně vysokých hodnot a jen o něco vyšších než v případě subtestu Reakční čas. Podobné výsledky přinesla i Cohenova statistika *d* pro T-test.

Můžeme si tedy klást otázky, zda statisticky významné rozdíly mezi skupinami v subtestu Vnímání velikosti i hodnoty rozměrového efektu pro U-test odpovídají tomu, že je vnímání velikosti (při méně patrných rozdílech ve velikosti mezi prezentovanými

obrázky) skutečně narušené u jedinců s dyskalkulií, nebo zda jde spíš o projev obecně pomalejšího pracovního tempa respondentů z experimentálních skupin v tomto souboru. Můžeme také zvažovat, zda způsob administrace Reakčního času skutečně nějakým způsobem znevýhodňuje jedince s dyskalkulií i přesto, že zde nemají za úkol prezentované body počítat a ani žádným jiným způsobem určovat jejich množství.

Přesto stále platí, že ačkoliv byly zjištěny určité rozdíly mezi porovnávanými skupinami ve výsledcích všech subtestů, největší **rozdíly byla patrné právě v subtestech na vnímání množství** a v subtestu **Početní dovednosti**. Zdá se tedy, že horší výsledky jedinců s dyskalkulií ve v těchto subtestech **nelze jednoduše vysvětlit pouze obecně pomalejším pracovním tempem** (případně obecnou tendencí častěji chybovat, která se projevila ve výsledcích pouze některých subtestů). Jsme si však vědomi toho, že veškeré výsledky tohoto výzkumu bychom měli **posuzovat s opatrností**.

Jak již bylo zmíněno, **rozdíly byly patrné i mezi výsledky zjišťovanými prostřednictvím T-testu a U-testu**. Určité rozdíly ve výsledcích lze je předpokládat, protože se jedná o odlišné způsoby výpočtu. Přesto u většiny subtestů, kde byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami, pokud byly tyto výsledky prokázány pomocí T-testu, většinou byly prokázány též pomocí U-testu a naopak.

Jak jsme si také uvedli v kapitole 7, o něco **větší rozdíly ve vnímání množství mezi porovnávanými skupinami respondentů byly patrné u dospělých respondentů než u dětí**. Pouze v subtestu Početní operace se experimentální skupina dětí od věkově příslušné kontrolní skupiny lišila více než experimentální skupina dospělých. Přesto stále platí, že mezi porovnávanými skupinami dospělých i mezi porovnávanými skupinami dětí se největší rozdíly ve výsledcích projevily v subtestech zaměřených na vnímání množství a na početní operace, méně pak v subtestech zaměřených na prostý reakční čas a na vnímání velikosti.

8.3 Limity studie

Jedním z limitů studie je samotná metoda TVM. **Nejedná se o standardizovanou metodu** a její validita nebyla doposud ověřována. To se zdá být obtížným úkolem vzhledem zaměření standardizovaných metod, jaké zde máme k dispozici, které hodnotí předpoklady pro rozvoj početních dovedností odlišným způsobem (ačkoliv bychom mohli uvažovat o

určitých podobnostech např. mezi subtestem Představy čísel v metodě DISMAS, kde jde také o jakési odhady množství a subtesty v TMV, které jsou zaměřeny na vnímání množství). Pokud tedy tvrdíme, že byl některý subtest zaměřen např. na vnímání velikosti, pak bychom měli i v případě, že jsou prokázány statisticky významné rozdíly mezi skupinou jedinců s dyskalkulií a kontrolní skupinou, tyto výsledky interpretovat s velkou opatrností, nikoliv tvrdit, že je vnímání velikosti u jedinců s dyskalkulií skutečně narušené. TVM je nicméně zaměřen především na vnímání množství. Úlohy vytvořené pro tuto metodu se podobají úlohám použitým v zahraničních výzkumných studiích (Landerl a kol. 2004, 2009; Szucs a kol., 2013), a také úlohám v metodě The Dyscalculia Screener (Butterworth, 2003), nejsou však zcela totožné. Všechny uvedené metody včetně TVM se vzájemně liší např. počtem prezentovaných úloh, velikostí zobrazovaných čísel a bodů v poli i rozdíly ve velikostech společně zobrazovaných čísel a bodů. Subtest Reakční čas nebyl inspirován žádným konkrétním z existujících testů, v subtestu Reprezentace velikosti byly respondentům oproti studii autorů Szucs a kol. (2013) prezentovány obrázky různých předmětů (jídla, nábytku apod.), nikoliv pouze obrázky zvířat a v subtestu Vnímání velikosti, jak již bylo také uvedeno, měli respondenti za úkol porovnávat na základě velikosti obrázky, nikoliv číslce.

Jak jsme si již naznačili, limitujícím může být i **způsob výběru respondentů**. V uvedených studiích (Landerl a kol. 2009; Szucs a kol., 2013) se výzkumníci nepoléhali pouze na formální diagnózu dyskalkulie ani na nominaci žáků učitelem jakožto žáků s obtížemi v matematice či bez nich. Aby si zajistili dostatečně velké rozdíly v matematických schopnostech a dovednostech mezi dětmi z experimentální a kontrolní skupiny, ne však ve schopnostech intelektových, všechny děti byly před zařazením do příslušných skupin dále testovány jednotnými metodami v oblasti početních dovedností i intelektových schopností. Nutno však dodat, že tito autoři při výběru respondentů **nepřihlíželi k rozdílovému kritériu 1-1,5 SD** mezi inteligenčním a matematickým kvocientem, jak bývá zvykem u nás (Vágnerová, Klégrová, 2008; Zelinková, 2009). Pokud tedy dítě podalo výkon více než jednu směrodatnou odchylku pod průměrem v testu matematických schopností a výkon alespoň na spodní hranici pásma průměru či vyšší v testu inteligence, bylo zahrnuto do skupiny dětí s dyskalkulií. Je tedy možné, že se jim

tak podařilo získat větší výzkumný vzorek, než kdyby se přihlíželo také k rozdílovému kritériu.

Jako obtížný úkol jsme shledali i vytvořit experimentální skupinu jedinců s dyskalkulií. V této studii byli oproti tomu do experimentální skupiny zařazeni jedinci s formální diagnózou dyskalkulie (výjimky jsou popsány v kapitole č. 6), jimž byla tato diagnóza přidělena v různých pedagogicko-psychologických poradnách a pravděpodobně tedy podle ne zcela jednotných kritérií.

Většina dětí s dyskalkulií, které se nám podařilo zařadit do výzkumného vzorku, navštěvovala v době výzkumu třídy pro děti s poruchami učení a měli diagnostikovanou více než jednu SPU. To nás přivedlo k otázce, zda by výsledky v TVM nemohly být ovlivněny i jiným obtíží než obtížemi přímo ve vnímání množství, ačkoliv ze zahraničních studií, do nichž byli zařazeni i žáci s dyslexií, takové závěry nevyplynuly (Landerl a kol. 2004, 2009). Srovnávání však byli s žáky navštěvující běžné základní školy. Nabízí se nám tím otázka, zda i to neovlivnilo výsledky výzkumu např. z toho tím, že jsou děti navštěvující třídy pro žáky s SPU zvyklí pracovat pomalejším pracovním tempem.

Nejen však žáci navštěvující třídy pro děti s SPU, ale také žáci s dyskalkulií navštěvující běžné základní školy, které se nám podařilo zařadit do experimentální skupiny, měli až na jednu výjimku diagnostikovanou **více než jednu SPU**. Pouze tedy u 1 z 26 dětí zařazených do experimentální skupiny tak nebyla zjištěna žádná jiná SPU. Oproti tomu ve výzkumech autorů Landerl a kol. byla pouze mírně většině dětí diagnostikována též dyslexie, a to 11 dětem z celkového počtu 21 (2004) a 26 dětem z celkového počtu 46 (2009) dětí s dyskalkulií. V tomto výzkumném vzorku tak byla výrazně větší převaha dětí s dalšími SPU než v uvedených studiích. Jak jsme si také již uvedli v kapitole č. 3, Kaufmann, von Aster (2012) se domnívají, že souběhem dyslexie a dyskalkulie trpí od 20 do 60% ze všech dětí s dyskalkulií, zatímco Kuhn (2015) tuto četnost odhaduje na 20-70%. Zahraniční údaje se od našich liší i v odhadovaném počtu jedinců s dyskalkulií, kdy např. Vágnerová (2005) odhaduje její výskyt u méně než 1% populace a Novák (2004) u přibližně 3%, zatímco např. Butterworth a kol. (2011) i Hannell (2013) předpokládají výskyt 5-7% dětí s dyskalkulií. Zdá se tedy, že i **dyskalkulie sama o sobě u nás bývá**

identifikována méně často než v zahraničí a když, pak především u těch jedinců, kteří trpí současně dyslexií nebo dalšími obtížemi spíše než u jedinců s obtížemi pouze v matematice.

V experimentální skupině dospělých jsme dosáhli vyššího zastoupení jedinců s dyskalkulií jakožto jediné SPU. Částečně to lze vysvětlit skutečností, že většina těchto respondentů byla v době výzkumu studenty vysokých škol (a pravděpodobně se u nich obtíže projevily v menším počtu oblastí vzdělávání). Jak nicméně vyplynulo z rozhovorů respondenty a ze zpráv z pedagogicko psychologických poraden, z 6 respondentů zařazených do experimentální skupiny v tomto výzkumu, kteří současně neměli diagnostikovanou žádnou jinou SPU, získal 1 respondent tuto diagnózu až na střední škole, další 1 respondent na vysoké škole a 1 respondentovi byla v minulosti diagnostikována hypokalkulie, nikoliv přímo dyskalkulie (do experimentální skupiny byl zařazen podle kritérií popsány k kapitole č. 6). To znamená, že **u poloviny z těchto 6 respondentů nebyla po celou základní školy nebyla dyskalkulie identifikována**. Otázkou zůstává, u kolika dalších jedinců věkově odpovídajících výzkumnému vzorku v tomto výzkumu i u jedinců v jiném věku doposud nebyla diagnostikována dyskalkulie (izolovaná či v kombinaci s dalšími SPU) proto, že zatím ani nepodstoupili vyšetření.

Protože měla většina jedinců z experimentálních skupin v tomto výzkumu také diagnostikovanou více než jednu SPU, lze výsledky zpochybnit i tím, zda se ve výsledcích respondentů z těchto skupin neodráží více obtíží než by odpovídalo obtížím pouze vnímání množství. Přestože tyto závěry nevyplynuly z výzkumů autorů Landerl a kol. (2004, 2009), kteří mezi sebou porovnávali nejen děti s dyskalkulií a kontrolní skupinu, ale také děti s dyslexií, v této studii toto srovnání chybělo. Ačkoliv jsme se snažili vytvořit i skupinu jedinců s jinými SPU, nepovažujeme ji za dostatečně reprezentativní z důvodu malého počtu respondentů i z důvodu obtíží v početních dovednostech u některých z nich. V případě dospělých jsou zase skupiny jedinců s dyskalkulií a jedinců s ostatními SPU nevyvážené zastoupením pohlaví a studovaných oborů, kdy jsou mnozí ze skupiny jedinců s ostatními SPU studenty nebo absolventy technických či přírodovědných oborů.

Do **kontrolní skupiny** dětí byli žáci nominováni svými pedagogy jakožto žáci bez výraznějších obtíží v matematice, nicméně i tak bylo testováno několik žáků, kteří uvedli

jako známku z matematiky na posledním vysvědčení 3 nebo 4. Současně je možné, že se do výzkumného vzorku dostali i žáci s dobrým školním prospěchem, kteří ho dosáhli i přes určité obtíže díky houževnatosti a pilné přípravě. To opět naráží na problém, že do porovnávaných skupin nebyli respondenti zařazeni na základě jednotných kritérií (na základě metod, které by alespoň orientačně určily úroveň jejich početních dovedností i intelektových schopností) tak jako v uvedených zahraničních výzkumech, což by nám mohlo pomoci zajistit dostatečně velké rozdíly v početních dovednostech mezi experimentální a kontrolní skupinou.

8.4 Návrhy pro další zkoumání

Návrhy pro budoucí výzkumy do značné míry vychází z omezení tohoto výzkumu.

V případě budoucího výzkumu doporučujeme vybírat respondenty do experimentální i kontrolní skupiny na základě **jednotných kritérií**. Respondentům by tak před zařazením do experimentální či kontrolní skupiny byl administrován didaktický test matematických schopností a dovedností. Za vhodné považujeme administrovat respondentům také inteligenční test (případně alespoň část některého z vícedimenzionálních testů inteligence), abychom si tak zajistili inteligenční schopnosti alespoň na spodní hranici pásma průměru u všech respondentů.

Budoucí výzkumy by mohly také porovnat výsledky testu zaměřeného na vnímání množství u jedinců s dyskalkulií a **u jedinců s dalšími poruchami učení**, zejména u jedinců s dyslexií, kteří současně netrpí výraznějšími obtížemi v matematice.

V případě pokračujícího výzkumu, který by také využil nestandardizovanou metodu TVM nebo metodu jí podobnou k určení úrovně vnímání množství u respondentů, považujeme za vhodné zaměřit se také na **korelace mezi jednotlivými subtesty**, případně provést i **faktorovou analýzu**. To by nám mohlo napovědět, jak **spolu výsledky v jednotlivých subtestech souvisí a pomoci určit, zda mají případné obtíže v těchto subtestech skutečně společné zakládající příčiny**. Butterworth (2003) uvádí korelace mezi subtesty zaměřenými na vnímání množství a na početní dovednosti, nevíme však, jak spolu vzájemně souvisí subtesty v TVM.

Ačkoliv se domníváme, že podobně jako v zahraničí, i u nás by se v budoucnu mohla úroveň vnímání množství stát významným faktorem při diagnostice předpokladů pro rozvoj početních dovedností a při diagnostice dyskalkulie, jsme si vědomi toho, že i takové metody mají svá omezení. Protože zatím nemáme dostatek důkazů pro to, že by deficit ve vnímání množství byl jedinou možnou příčinou dyskalkulie (Gillum, 2012), budoucí výzkumy by se mohly zaměřit také na **hledání dalších faktorů**, které mohou způsobit obtíže v rozvoji početních dovedností, daly by se využít v oblasti diagnostiky a nelze je vysvětlit pouze nedostatečnou výukou ve škole, nedostatečnou domácí přípravou nebo obecně nízkými intelektovými schopnostmi jedince.

Závěr

Diplomová práce se zabývá vnímáním množství jako možného indikátoru obtíží v rozvoji aritmetických dovedností u jedinců s dyskalkulií.

V teoretické části práce jsme se seznámili s vymezením a vývojem matematických schopností a dovedností, věnovali jsme se problematice specifických poruch učení a největší měrou jsme se zabývala současnemu stavu poznání problematiky dyskalkulie a možnostem její identifikace. Zde jsme se také dotkli určitých rozdílů v teoretickém pojetí dyskalkulie u nás a v zahraničí, ale i rozdílných způsobů její identifikace.

V rámci teoretické části byly také představeny výzkumy, z jejichž výsledků vyplynul deficit ve vnímání množství (numerosity) u jedinců s dyskalkulií (Landerl a kol., 2004, 2009; Szucs a kol., 2013) a metoda The Dyscalculia Screener (Butterworth, 2003), která je v zahraničí využívána k diagnostice dyskalkulie a je zaměřena právě na vnímání množství. Podobná u nás dosud není k dispozici.

Úkolem empirické části práce bylo zhodnotit úroveň vnímání množství u jedinců s dyskalkulií v našich podmínkách. Hodnotili jsme ji prostřednictvím počítačové metody, jíž jsme dali název Test vnímání množství, která byla naprogramována pro účely tohoto výzkumu a kromě vnímání množství hodnotila také dosaženou úroveň základních početních dovedností a vnímání velikosti. Metoda měřila rychlost i přesnost (správnost) odpovědí respondentů. Výzkumný vzorek byl tvořen žáky 2. stupně ZŠ i dospělými jedinci.

V souladu s uvedenými výzkumy byly i zde prokázány statisticky významné rozdíly mezi porovnávanými skupinami zejména v subtestech zaměřených na vnímání množství a základní početní dovednosti, a to u dětí i u dospělých. Méně významné rozdíly byly prokázány v subtestech zaměřených na vnímání velikosti. Výsledky tedy nasvědčují tomu, že jedinci s dyskalkulií mají deficit ve vnímání množství, který je patrný i v dospělosti.

Diskuse se věnovala omezením tohoto výzkumu i návrhům pro další zkoumání. Považujeme za vhodné uskutečnit další výzkumy, které by mohly nejen spolehlivěji potvrdit výsledky tohoto pilotního šetření, a které by případně provedly detailnější analýzu

výsledků v jednotlivých subtestech zaměřujících se na symbolické a nesymbolické vnímání množství, jež by mohla hledat také souvislosti mezi těmito výsledky.

Navzdory určitým omezením tohoto výzkumu se domníváme, v budoucnu by se metody mapující úroveň vnímání množství mohly využívat i u nás při hledání příčin neúspěchu v matematice konkrétních jedinců a při diagnostice dyskalkulie. Administrace pomocí počítače nám může také pomoci přesněji určit rychlost, s jakou tetovaní jedinci zvládnou vyřešit předkládané úkoly, což považujeme za podstatnou diagnostickou informaci. Za výhodu takových metod považujeme i jejich snadnou administraci a časovou nenáročnost. Proto se domníváme, že by mohly být dobrým doplňkem diagnostických metod, které již jsou v poradenství využívány k určení struktury již dosažených matematických, vizuoprostorových, intelektových a dalších schopností.

Seznam použitých informačních zdrojů

BLAŽKOVÁ, R. *Dyskalkulie a další specifické poruchy učení v matematice*. Brno: Masarykova univerzita, 2009. ISBN 978-80-210-5047-1.

BUTTERWORTH, B. *Screening for Dyscalculia: A New Approach SEN Presentation Summary*. Oxford: Mathematical Difficulties: Psychology, Neuroscience and Interventions, 2002.

BUTTERWORTH, B. *Dyscalculia Screener*. London: nferNelson, 2003.

ISBN: 0 7087 0366 6. Dostupné také z:

http://www.dyscalculie.com/dlbin/dyscalculia_screener_manual.pdf [cit. 2017-02-14]

BUTTERWORTH, B. LAURILLARD, D. *Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention*, 2010. ZDM Mathematics Education. DOI 10.1007/s11858-010-0267-4

COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Social Sciences*. Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum, 1988.

DSM-V [online]. Dostupné z: <https://psicovalero.files.wordpress.com/2014/11/dsm-v-ingles-manual-diagn3b3stico-y-estad3adstico-de-los-trastornos-mentales.pdf> [cit. 2016-08-29].

GILAIRE-DOTAN, S. REES, G. BUTTERWORTH, B. CAPPELLETTI, M. *Impaired Numerical Ability Affects Supra-Second Time Estimation*. [online]. Timing & Time Perception (2014). 169 - 187. Dostupné z:

http://discovery.ucl.ac.uk/1443298/1/22134468_002_02_s003_text.pdf [cit. 2015-02-19].

GILLUM, James: *Dyscalculia: issues for practice in educational psychology*. Educational Psychology in Practice; Vol. 28, No. 3, September 2012, s. 287–297

HANNELL, Glyns. *Dyslcalculia (: Action plans for successful learning in mathematics)*. Vyd. 3. New York: Routledge, 2013. ISBN 978-0-415-66013-6.

HIMELRIGHT, A. *Teaching Students who are Gifted and Learning Disabled in Math*. [online]. [cit. 2015-02-19]. Dostupné z: <http://lcps.k12.nm.us/wp-content/uploads/2013/02/Teaching-Students-who-are-Gifted-and-Learning-Disabled-in-Math.pdf>

KAUFMANN, L. VON ASTER, M: *The diagnosis and management of dyscalculia*. Dtsch Arztebl Int 2012; 109(45): 767–78. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0767

KUHN, J. Developmental Dyscalculia (: Neurobiological, Cognitive, and Developmental Perspectives). *Zeitschrift für Psychologie* 2015; Vol. 223(2):69–82. DOI: 10.1027/2151-2604/a000205

KARASOVÁ, M. *Rey-Osterriethova komplexní figura u dětí s dyskalkulií* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2015. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/147747>

KUCHARSKÁ, A. *Vývojové ukazatele čtení a psaní na konci předškolního věku a v době nástupu do školy: příspěvek k problematice "rizika dyslexie"* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2006 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/137112>

KUCHARSKÁ, A. *Riziko dyslexie: pregramotnostní schopnosti a dovednosti a rozvoj gramotnosti v rizikových skupinách*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2014. ISBN 978-80-7290-784-7.

LANDERL, K. BEVAN, A. BUTTERWORTH, B. *Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students*. *Cognition* 93 (2004) 99–125.

LANDERL, K. FUSSENEGGER, B. MOLL, K. WILLBURGER, E. *Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles*. *Journal of Experimental Child Psychology* 103 : 309–324, 2009.

NOVOTNÁ, P. DURMEKOVÁ, S. *Kvalitativní a kvantitativní analýza případových studií nadaných realizovaná v roce 2009 v rámci longitudinálního výzkumu mimořádně*

kognitivně nadaných dětí a žáků [online]. Praha: IPPP, 2009. [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/rovne_prilezitosti_ve_vzdelavani/nadani/vyzkum/longitudinalni_vyzkum_2009.pdf

OSMON, D. SERZ, J. BRAUN, PLAMBECK, E. *Processing Abilities Associated with Math Skills in Adult Learning Disability*. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 28:84–95, 2006. ISSN: 1380-3395

PORTEŠOVÁ, Š. *Rozumově nadané děti s dyslexií*. Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-7367-990-3.

SAWILOWSKY, S. *New Effect Size Rules of Thumb* [online]. Journal of Modern Applied Statistical Methods (2009). Vol. 8 (2009). [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://digitalcommons.wayne.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=jmasm>

SIMON, Hendrik. *Dyskalkulie: jak pomáhat dětem, které mají potíže s početními úlohami*. Praha: Portál, 2006. Speciální pedagogika. ISBN 80-7367-104-2.

SZUCS, D. DEVINE, A. SOLTESZ, F. NOBES, A. GABRIEL, F. *Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment*. Cortex 49 (2013). 2 674e2688.

TRAPSE, P. SKALKOVÁ, I. *Dismas (: Diagnostika struktury matematických schopností)*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2013. ISBN: 978-80-7481-008-4

VÁGNEROVÁ, M. KLÉGROVÁ, J. *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1538-7

WECHSLER, D. *Wechslerova inteligenční škála pro děti (: příručka)*. První české vydání. Praha: Testcentrum, 2002.

ZELINKOVÁ, O. *Poruchy učení*. Praha: Portál, 1994. Speciální pedagogika. ISBN 80-7178-038-3.

ZELINKOVÁ, Olga. Poruchy učení: [specifické vývojové poruchy čtení, psaní a dalších školních dovedností] : dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie, dyspraxie, ADHD. 10., zcela přeprac. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-800-7.

Ke statistickému zpracování dat byl využit program STATISTICA.

Seznam příloh

Příloha 1 – Statistické zpracování TVM

Příloha 2 – Hrubé skóry respondentů v jednotlivých subtestech TVM

Příloha 3 – Informovaný souhlas

Příloha 4 – Výsledky dospělých respondentů dyskalkulií v metodě IST 2000 R

Příloha 5 – Ukázka výkonnostního profilu v TVM dítěte s dyskalkulií

Příloha 1 – Statistické zpracování TVM

Rychlost u dětí

Proměnná	t-testy; grupováno: Skupiny (List1 v RYCHLOST) Skup. 1: 1 Skup. 2: 2										
	Průměr 1	Průměr 2	t	sv	p	Poč. plat 1	Poč. plat. 2	Sm.odch. 1	Sm.odch. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Test1	21,5280	24,8848	-2,02416	50	0,048313	26	26	5,67928	6,2650	1,21690	0,627321
Test2	73,4410	90,3546	-2,31762	50	0,024603	26	26	27,13215	25,4670	1,13505	0,753952
Test3	50,6139	59,1844	-1,82947	50	0,073296	26	26	12,62537	20,2783	2,57974	0,021207
Test4	35,0916	48,4395	-3,60956	50	0,000709	26	26	5,29520	18,0971	11,68028	0,000000
Test5	45,2363	50,0604	-1,58206	50	0,119941	26	26	11,05335	10,9348	1,02179	0,957442
Test6	82,1503	99,9057	-2,52501	50	0,014787	26	26	14,81888	32,6499	4,85437	0,000189
Test7	79,6339	145,1792	-6,56389	50	0,000000	26	26	18,47953	47,4457	6,59192	0,000012
Celkem	387,6950	518,0087	-4,44936	50	0,000048	26	26	77,19912	127,8397	2,74225	0,014395

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (List1 v RYCHLOST) Dle proměn. Skupiny Označené testy jsou významné na hladině p <,05000									
	Sčt poř. skup. 1	Sčt poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. skup. 1	N platn. skup. 2	2*1str. přesné p
Test1	572,0000	806,0000	221,0000	-2,13209	0,033000	-2,13209	0,033000	26	26	0,032178
Test2	561,0000	817,0000	210,0000	-2,33340	0,019628	-2,33340	0,019628	26	26	0,018720
Test3	606,0000	772,0000	255,0000	-1,50985	0,131083	-1,50985	0,131083	26	26	0,131912
Test4	460,0000	918,0000	109,0000	-4,18182	0,000029	-4,18182	0,000029	26	26	0,000011
Test5	586,0000	792,0000	235,0000	-1,87587	0,060674	-1,87587	0,060674	26	26	0,060269
Test6	561,0000	817,0000	210,0000	-2,33340	0,019628	-2,33340	0,019628	26	26	0,018720
Test7	419,0000	959,0000	68,0000	-4,93217	0,000001	-4,93217	0,000001	26	26	0,000000
Celkem	472,0000	906,0000	121,0000	-3,96221	0,000074	-3,96221	0,000074	26	26	0,000035

Přesnost u dětí

Proměnná	t-testy; grupováno: Skupiny (List1 v PŘESNOST) Skup. 1: 1 Skup. 2: 2										
	Průměr 1	Průměr 2	t	sv	p	Poč. plat 1	Poč. plat. 2	Sm.odch. 1	Sm.odch. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Test1	29,3846	28,8846	0,755355	50	0,453580	26	26	1,471786	3,03746	4,259233	0,000566
Test2	28,0000	27,9231	0,095260	50	0,924489	26	26	2,771281	3,04530	1,207532	0,640918
Test3	28,2692	27,4615	0,749141	50	0,457283	26	26	3,105578	4,53635	2,133674	0,063705
Test4	28,9231	27,6923	1,831954	50	0,072918	26	26	1,163549	3,22204	7,668182	0,000003
Test5	28,9615	28,1538	1,400000	50	0,167688	26	26	1,969381	2,18527	1,231257	0,606932
Test6	27,4231	26,8077	0,772595	50	0,443399	26	26	2,579505	3,13712	1,479075	0,334157
Test7	28,0769	25,4615	3,465061	50	0,001097	26	26	1,874526	3,36132	3,215412	0,004874
Celkem	199,0385	192,3846	1,850146	50	0,070206	26	26	9,301530	15,80399	2,886854	0,010264

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (List1 v PŘESNOST) Dle proměn. Skupiny Označené testy jsou významné na hladině p <,05000									
	Sčt poř. skup. 1	Sčt poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. skup. 1	N platn. skup. 2	2*1str. přesné p
Test1	725,5000	652,5000	301,5000	0,658843	0,509997	0,825971	0,408821	26	26	0,507328
Test2	712,5000	665,5000	314,5000	0,420927	0,673808	0,434227	0,664124	26	26	0,669709
Test3	703,5000	674,5000	323,5000	0,256217	0,797784	0,265539	0,790594	26	26	0,792471
Test4	776,5000	601,5000	250,5000	1,592204	0,111340	1,645615	0,099844	26	26	0,109761
Test5	799,0000	579,0000	228,0000	2,003980	0,045073	2,100578	0,035679	26	26	0,044412
Test6	737,5000	640,5000	289,5000	0,878457	0,379696	0,890533	0,373181	26	26	0,377861
Test7	857,5000	520,5000	169,5000	3,074600	0,002108	3,109643	0,001873	26	26	0,001638
Celkem	801,0000	577,0000	226,0000	2,040583	0,041293	2,043376	0,041016	26	26	0,040577

Rychlost u dospělých

Proměnná	t-testy; grupováno: Skupiny (List1 v RYCHLOST - dospělí) Skup. 1: 1 Skup. 2: 2										
	Průměr 1	Průměr 2	t	sv	p	Poč.plat 1	Poč.plat. 2	Sm.odch. 1	Sm.odch. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Test1	19,7971	24,5618	-2,13780	28	0,041403	21	9	5,82632	4,96652	1,376208	0,666185
Test2	54,0086	76,6387	-3,46733	28	0,001716	21	9	12,45063	23,48883	3,559101	0,020145
Test3	42,9801	51,2303	-1,97955	28	0,057661	21	9	9,66458	12,22665	1,600476	0,374195
Test4	29,9922	39,1511	-4,42018	28	0,000135	21	9	3,35143	8,16021	5,928481	0,001179
Test5	34,0361	39,1506	-1,59050	28	0,122950	21	9	7,89687	8,49125	1,156200	0,742590
Test6	69,1770	93,1739	-3,36384	28	0,002242	21	9	13,64290	25,62853	3,528855	0,020991
Test7	65,0726	105,9002	-4,31878	28	0,000178	21	9	14,34174	38,16225	7,080503	0,000373
Celkem	315,0638	429,8065	-4,43115	28	0,000131	21	9	49,79532	92,66190	3,462784	0,022976

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (List1 v RYCHLOST - dospělí) Dle proměn. Skupiny Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. skup. 1	Sčt poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. skup. 1	N platn. skup. 2	2*1str. přesné p
Test1	258,0000	207,0000	27,00000	-3,03217	0,002428	-3,03251	0,002425	21	9	0,001429
Test2	267,0000	198,0000	36,00000	-2,62486	0,008669	-2,62486	0,008669	21	9	0,006866
Test3	283,0000	182,0000	52,00000	-1,90076	0,057334	-1,90076	0,057334	21	9	0,056278
Test4	244,0000	221,0000	13,00000	-3,66576	0,000247	-3,66576	0,000247	21	9	0,000050
Test5	284,0000	181,0000	53,00000	-1,85551	0,063525	-1,85551	0,063525	21	9	0,062714
Test6	265,0000	200,0000	34,00000	-2,71538	0,006620	-2,71538	0,006620	21	9	0,004985
Test7	259,0000	206,0000	28,00000	-2,98691	0,002818	-2,98691	0,002818	21	9	0,001732
Celkem	255,0000	210,0000	24,00000	-3,16794	0,001535	-3,16794	0,001535	21	9	0,000780

Přesnost u dospělých

Proměnná	t-testy; grupováno: Skupiny (List1 v PŘESNOST - dospělí) Skup. 1: 1 Skup. 2: 2										
	Průměr 1	Průměr 2	t	sv	p	Poč.plat 1	Poč.plat. 2	Sm.odch. 1	Sm.odch. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Test1	29,6190	29,3333	0,592982	28	0,557953	21	9	0,669043	2,000000	8,93617	0,000073
Test2	29,0952	28,7778	0,577179	28	0,568431	21	9	1,044259	1,986063	3,61718	0,018622
Test3	29,5238	29,2222	0,878409	28	0,387198	21	9	0,813575	0,971825	1,42686	0,491117
Test4	29,5238	28,8889	1,716790	28	0,097062	21	9	0,601585	1,452966	5,83333	0,001304
Test5	29,8095	29,0000	2,589609	28	0,015077	21	9	0,402374	1,322876	10,80882	0,000018
Test6	28,0476	28,1111	-0,075172	28	0,940612	21	9	2,290768	1,615893	2,00973	0,312711
Test7	28,9524	28,0000	2,139546	28	0,041249	21	9	0,804748	1,658312	4,24632	0,008199
Celkem	204,5714	201,3333	1,714606	28	0,097467	21	9	4,019595	6,184658	2,36737	0,112923

Proměnná	Mann-Whitneyův U Test (w/ oprava na spojitost) (List1 v PŘESNOST - dospělí) Dle proměn. Skupiny Označené testy jsou významné na hladině $p < ,05000$									
	Sčt poř. skup. 1	Sčt poř. skup. 2	U	Z	p-hodn.	Z upravené	p-hodn.	N platn. skup. 1	N platn. skup. 2	2*1str. přesné p
Test1	312,0000	153,0000	81,00000	-0,588332	0,556310	-0,795279	0,426452	21	9	0,563040
Test2	323,5000	141,5000	92,50000	-0,067884	0,945878	-0,073218	0,941633	21	9	0,929247
Test3	345,5000	119,5000	74,50000	0,882498	0,377508	1,013958	0,310604	21	9	0,372211
Test4	345,0000	120,0000	75,00000	0,859869	0,389862	0,961497	0,336303	21	9	0,396827
Test5	364,0000	101,0000	56,00000	1,719739	0,085481	2,141427	0,032240	21	9	0,085570
Test6	332,5000	132,5000	87,50000	0,294166	0,768631	0,301534	0,763007	21	9	0,755843
Test7	356,0000	109,0000	64,00000	1,357688	0,174564	1,461521	0,143873	21	9	0,177897
Celkem	355,5000	109,5000	64,50000	1,335060	0,181858	1,340138	0,180201	21	9	0,177897

Příloha č. 2 - Hrubé skóry repondentů v jednotlivých subtestech TMV

Děti

Kontrolní skupina - rychlost																													
Věk	13.4	13.4	13.6	13.6	12.1	12.8	12.8	13.4	13.2	13.0	12.0	13.4	12.9	13.2	14.7	14.1	14.6	13.1	12.5	12.1	13.5	13.1	12.1	13.6	13.3	13.0			
T	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0			
Známk	2.0	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	4.0	3.0	4.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0			
Pohlaví	Z	M	M	M	Z	Z	Z	M	Z	Z	Z	M	M	M	M	Z	M	Z	Z	Z	Z	M	M	Z	M	Z			
Reakční čas	32.7	34.1	17.2	16.1	26.5	23.7	25.5	22.2	21.2	19.1	18.1	18.3	20.7	21.2	23.3	16.9	15.4	16.8	18.0	34.2	24.8	15.8	18.0	17.3	15.4	27.2			
Por. bodů	122.2	72.8	40.5	55.9	47.4	77.4	138.4	79.8	116.2	62.7	61.3	45.2	91.9	86.3	64.1	83.6	61.1	27.2	83.5	116.7	74.8	60.0	70.5	44.6	45.5	79.9			
Reprez. v.	66.6	43.2	38.4	50.9	42.7	51.8	51.7	54.1	57.3	49.0	51.5	53.4	49.4	88.3	59.2	54.0	32.8	34.1	48.8	71.6	44.4	36.9	43.5	38.4	34.3	59.6			
Por. čísel	47.2	31.4	30.5	26.9	33.3	37.7	38.8	34.2	33.4	33.0	40.2	40.7	35.1	43.5	32.8	38.1	33.8	27.9	39.7	40.3	42.5	29.8	29.9	29.3	32.1	30.3			
Vnímání množství	61.9	38.5	46.3	44.6	37.7	47.9	78.1	44.9	60.4	36.7	43.4	48.7	43.0	61.4	43.3	45.3	34.1	28.3	40.9	58.9	44.1	38.2	37.5	35.6	32.1	44.4			
Přřazování č.	112.1	86.8	56.1	80.0	75.3	83.8	95.3	84.3	88.9	86.3	96.0	85.3	98.9	78.7	91.3	88.7	74.7	42.5	80.6	107.4	80.2	77.1	73.6	64.9	78.0	67.1			
Počítání operace	97.5	90.9	55.8	74.9	71.9	86.1	97.6	73.0	67.2	62.2	98.9	104.8	89.3	93.3	108.3	110.0	88.2	49.7	72.9	96.1	85.5	77.0	56.0	60.7	69.5	53.3			
Celkem	540.2	397.7	284.8	349.4	334.8	408.5	525.5	392.4	444.5	348.8	411.4	356.4	438.2	472.7	422.4	436.5	340.1	226.4	364.4	525.2	396.2	314.8	329.1	290.9	306.8	361.7			

Kontrolní skupina - správnost																													
Reakční čas	30.0	24.0	26.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	29.0	27.0	30.0	30.0	30.0	29.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0			
Por. bodů	30.0	27.0	22.0	28.0	24.0	30.0	30.0	30.0	19.0	30.0	30.0	27.0	29.0	28.0	28.0	28.0	29.0	26.0	27.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	26.0	30.0			
Reprez. v.	27.0	27.0	30.0	14.0	29.0	29.0	30.0	30.0	29.0	29.0	30.0	27.0	28.0	27.0	28.0	29.0	29.0	29.0	29.0	30.0	30.0	30.0	30.0	27.0	29.0	29.0			
Por. čísel	30.0	27.0	27.0	27.0	29.0	30.0	30.0	29.0	29.0	29.0	30.0	28.0	30.0	27.0	28.0	30.0	29.0	27.0	30.0	28.0	30.0	30.0	29.0	30.0	30.0	30.0			
Vnímání množství	29.0	20.0	29.0	29.0	30.0	30.0	29.0	29.0	28.0	30.0	30.0	29.0	29.0	28.0	28.0	30.0	30.0	30.0	29.0	30.0	30.0	29.0	28.0	30.0	30.0	30.0			
Přřazování č.	26.0	23.0	20.0	27.0	30.0	28.0	29.0	29.0	29.0	29.0	28.0	29.0	26.0	24.0	28.0	29.0	24.0	24.0	27.0	30.0	30.0	30.0	29.0	27.0	28.0	30.0			
Počítání operace	29.0	30.0	23.0	28.0	28.0	28.0	30.0	29.0	27.0	29.0	30.0	29.0	29.0	23.0	27.0	29.0	27.0	26.0	27.0	28.0	30.0	29.0	30.0	29.0	27.0	29.0			
Celkem	201.0	178.0	177.0	183.0	200.0	204.0	208.0	206.0	191.0	206.0	208.0	199.0	201.0	186.0	195.0	205.0	196.0	192.0	199.0	205.0	210.0	207.0	204.0	204.0	200.0	208.0			

Dyskalkulie - rychlost																													
Věk	12.8	13.0	13.0	12.6	12.3	13.1	12.3	14.3	14.7	13.0	14.0	13.0	12.6	11.1	12.2	14.1	13.8	13.7	13.5	13.1	14.4	13.0	14.0	15.0	12.8	13.1			
T	7.0	7.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	7.0	8.0	7.0	7.0	8.0	6.0	6.0	6.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	7.0			
Známk	3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0			
Pohlaví	Z	M	Z	M	M	Z	M	Z	M	M	M	M	Z	Z	M	M	M	Z	M	M	Z	M	Z	M	Z	M			
Reakční čas	26.3	24.1	18.7	24.4	22.4	27.6	24.1	23.0	30.3	23.1	25.5	18.7	32.7	42.3	31.2	20.8	15.7	36.3	21.6	31.5	20.1	21.1	17.7	17.8	28.2	21.6			
Por. bodů	81.3	64.6	82.1	64.6	76.9	129.6	111.4	45.8	104.9	146.6	75.7	67.1	121.9	104.1	119.4	68.3	58.8	90.6	117.6	104.5	89.8	60.6	76.4	64.3	121.2	81.0			
Reprez. v.	55.2	71.7	46.1	60.3	42.9	47.7	62.4	48.6	122.3	83.9	60.3	45.1	48.9	78.4	97.7	60.8	52.0	54.6	63.2	42.4	42.8	61.2	38.3	41.7	82.0	57.0			
Por. čísel	39.1	51.7	44.0	49.7	36.4	45.2	44.3	43.2	120.5	36.5	50.8	34.4	58.6	74.3	64.3	40.8	33.0	40.0	39.8	46.3	34.8	40.5	23.5	52.0	52.3	53.5			
Vnímání množství	51.7	62.9	31.3	53.2	37.5	44.9	70.1	40.4	72.9	56.1	53.4	59.7	55.1	53.1	47.1	49.0	40.0	54.9	57.0	53.3	48.6	44.5	25.5	41.3	39.6	58.4			
Přřazování č.	76.3	62.8	59.1	78.2	57.6	128.5	126.7	72.2	196.2	107.4	111.6	92.3	112.3	114.1	141.8	81.4	95.8	117.8	146.0	114.7	91.9	87.6	44.8	96.6	80.6	99.2			
Počítání operace	101.3	136.9	80.9	73.7	139.7	143.3	154.7	122.2	232.5	153.1	204.0	127.4	227.5	162.1	160.5	148.4	103.6	182.2	163.8	197.3	110.1	90.9	41.2	155.0	151.2	211.0			
Celkem	431.3	474.8	362.3	404.1	413.4	566.8	593.6	395.4	879.6	606.8	581.4	444.7	657.0	628.3	662.0	469.5	399.0	586.2	610.9	590.0	438.1	426.3	267.4	470.8	555.3	581.8			

Dyskalkulie - správnost																													
Reakční čas	30.0	30.0	30.0	15.0	28.0	30.0	30.0	30.0	29.0	30.0	29.0	29.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	29.0	28.0	30.0	30.0	25.0	30.0	30.0	30.0			
Por. bodů	30.0	27.0	29.0	15.0	29.0	30.0	30.0	25.0	29.0	28.0	28.0	29.0	29.0	30.0	29.0	30.0	28.0	29.0	30.0	29.0	30.0	30.0	26.0	26.0	29.0	26.0			
Reprez. v.	30.0	30.0	23.0	28.0	28.0	28.0	26.0	30.0	28.0	28.0	13.0	29.0	30.0	29.0	30.0	29.0	28.0	29.0	30.0	30.0	30.0	29.0	30.0	27.0	29.0	29.0			
Por. čísel	30.0	30.0	25.0	28.0	28.0	28.0	30.0	28.0	25.0	28.0	29.0	28.0	28.0	30.0	29.0	30.0	25.0	28.0	30.0	28.0	29.0	29.0	14.0	25.0	28.0	29.0			
Vnímání množství	30.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	26.0	29.0	28.0	28.0	29.0	25.0	29.0	30.0	28.0	29.0	30.0	28.0	29.0	30.0	25.0	28.0	29.0	30.0	30.0			
Přřazování č.	30.0	25.0	28.0	24.0	23.0	27.0	26.0	26.0	28.0	28.0	28.0	30.0	28.0	30.0	29.0	28.0	27.0	19.0	27.0	28.0	30.0	29.0	17.0	28.0	27.0	27.0			
Počítání operace	28.0	24.0	26.0	20.0	24.0	24.0	28.0	24.0	23.0	29.0	22.0	30.0	29.0	28.0	26.0	28.0	27.0	26.0	28.0	27.0	30.0	20.0	18.0	25.0	28.0	20.0			
Celkem	208.0	195.0	190.0	157.0	188.0	198.0	198.0	186.0	194.0	200.0	176.0	204.0	201.0	205.0	203.0	203.0	194.0	190.0	202.0	199.0	208.0	189.0	148.0	192.0	198.0	191.0			

Dospělí

Kontrolní skupina - rychlost																					
Věk	24,00	20,20	26,30	24,30	21,10	25,10	25,11	24,70	27,10	28,10	26,80	23,80	25,30	25,30	24,11	24,11	25,80	23,10	26,50	27,60	25,70
Vzdělání	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Známka z M	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Pohlaví	Z	Z	Z	Z	M	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	M	Z	Z	Z
Reakční čas	17,53	17,25	23,15	18,40	17,47	22,03	16,45	20,68	18,19	17,02	19,33	18,99	18,72	17,06	43,43	20,04	14,99	18,13	16,40	23,01	23,01
Por. bodů	46,41	57,52	77,99	34,23	37,58	77,98	65,91	56,42	67,87	38,17	51,27	50,10	43,72	48,96	54,98	50,03	58,27	55,03	53,39	39,37	68,98
Reprez. v.	52,76	33,41	65,51	37,13	40,08	47,82	33,30	32,85	59,03	46,48	38,45	43,70	35,18	42,54	49,36	46,29	40,42	33,01	34,64	32,66	57,97
Por. čísel	32,43	27,57	32,92	24,94	28,92	28,40	31,76	29,10	39,09	31,30	26,09	28,98	31,94	29,61	26,37	29,13	34,79	27,52	27,81	27,57	33,59
Vnímání množství	41,50	26,81	55,58	23,82	35,82	48,32	31,15	30,62	41,77	30,88	28,17	29,24	32,79	32,81	34,24	37,06	27,29	33,49	23,85	39,96	39,96
Přizpůsobení č.	66,27	61,42	82,85	53,38	80,25	87,08	68,81	57,03	92,09	71,30	57,90	62,75	48,13	76,48	53,51	88,98	89,03	69,23	62,71	50,61	72,92
Početní operace	61,85	67,16	77,95	60,73	64,96	48,19	69,36	61,25	95,42	67,49	47,92	53,43	57,33	55,33	42,71	62,10	73,44	75,86	80,03	48,88	95,13
Celkem	318,74	291,14	415,96	252,63	305,09	355,26	322,31	283,72	415,95	303,79	268,26	286,45	264,51	304,43	276,80	354,20	353,06	302,92	310,21	239,35	391,56
Kontrolní skupina - správnost																					
Reakční čas	30,00	30,00	30,00	29,00	29,00	30,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,00	30,00	28,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Por. bodů	29,00	30,00	30,00	29,00	27,00	30,00	29,00	28,00	30,00	28,00	28,00	30,00	27,00	30,00	29,00	30,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Reprez. v.	30,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	30,00	27,00	30,00	29,00	28,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	30,00	29,00	30,00
Por. čísel	30,00	30,00	29,00	29,00	30,00	30,00	30,00	29,00	29,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	29,00	28,00	29,00	30,00	30,00	30,00
Vnímání množství	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	30,00	29,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	30,00	30,00	29,00	30,00	30,00
Přizpůsobení č.	29,00	29,00	30,00	26,00	27,00	30,00	27,00	29,00	30,00	28,00	29,00	27,00	20,00	27,00	28,00	30,00	26,00	30,00	30,00	30,00	28,00
Početní operace	29,00	29,00	29,00	30,00	29,00	29,00	30,00	29,00	30,00	29,00	29,00	30,00	28,00	30,00	28,00	29,00	27,00	29,00	28,00	30,00	28,00
Celkem	207,00	207,00	208,00	203,00	202,00	209,00	205,00	204,00	208,00	201,00	205,00	206,00	191,00	204,00	202,00	206,00	200,00	206,00	207,00	209,00	206,00

Dyskalkulie - rychlost									
Věk	24,90	25,70	20,30	26,90	25,11	25,00	22,50	25,00	25,40
Vzdělání	1,50	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00
Známka z M	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,00
Z	M	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Reakční čas	19,92	26,54	26,12	20,02	27,79	21,06	35,26	21,72	22,62
Por. bodů	65,26	48,12	76,01	68,65	57,49	73,76	108,47	121,19	70,80
Reprez. v.	48,23	36,34	66,20	50,98	47,58	38,74	54,11	44,83	74,08
Por. čísel	33,26	33,07	58,56	33,34	38,56	34,47	40,02	43,97	37,11
Vnímání množství	29,31	37,72	60,40	35,59	38,81	37,13	39,21	36,35	37,64
Přizpůsobení č.	69,73	96,44	144,64	74,35	66,03	79,19	92,25	120,61	95,33
Početní operace	85,62	66,52	162,05	57,00	112,62	96,71	83,75	161,11	127,73
Celkem	351,32	344,74	593,98	339,92	388,88	381,07	453,07	549,77	465,52

Dyskalkulie - správnost									
Reakční čas	30,00	30,00	30,00	30,00	24,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Por. bodů	30,00	24,00	28,00	30,00	29,00	30,00	30,00	28,00	30,00
Reprez. v.	29,00	29,00	29,00	30,00	29,00	30,00	30,00	30,00	27,00
Por. čísel	30,00	27,00	29,00	30,00	26,00	30,00	30,00	29,00	29,00
Vnímání množství	30,00	26,00	29,00	30,00	28,00	30,00	29,00	29,00	30,00
Přizpůsobení č.	27,00	29,00	27,00	26,00	26,00	29,00	30,00	30,00	29,00
Početní operace	28,00	29,00	25,00	27,00	29,00	30,00	29,00	29,00	26,00
Celkem	204,00	194,00	197,00	203,00	191,00	209,00	208,00	205,00	201,00

Příloha 3 – Informovaný souhlas



Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra psychologie, Myslíkova 7, 116 39

Vážení rodiče,

obracíme se na Vás s prosbou o spolupráci ve výzkumné studii probíhající na katedře psychologie pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v rámci diplomové práce. Studie si klade za cíl zjistit předpoklady pro rozvoj matematických schopností a dovedností a rozpoznat tzv. riziko dyskalkulie u dětí ve školním věku a na základě získaných poznatků vytvořit test pro diagnostiku této poruchy učení.

Dyskalkulie je specifická porucha matematických schopností u jedinců s průměrnými nebo i nadprůměrnými intelektovými schopnostmi a domníváme se, že nebývá u všech dětí včas rozpoznána. Studie je inspirována novými poznatky ze zahraničí a snaží se je ověřit v našich podmínkách.

Jak by probíhala účast dítěte ve studii?

Studie se účastní děti náhodně vybrané i děti s již diagnostikovanou poruchou učení, a to v prostorách školy, do níž docházejí. Jejich účast ve studii bude jednorázová a bude zahrnovat plnění úkolů na počítači zahrnujících např. určení většího ze dvou obrázků, určení políčka s větším počtem bodů, přiřazení správného čísla k poli s určitým počtem bodů, porovnávání čísel podle velikosti a přiřazování správných výsledků k početním příkladům. Rozhodující zde bude především rychlost plnění těchto úkolů.

Spolupráce na studii je z Vaší strany zcela dobrovolná. Abychom však mohli s Vaším dítětem pracovat, potřebujeme nutně Váš souhlas se zařazením do výzkumné studie. Pokud by však dítě z jakéhokoliv důvodu odmítalo spolupracovat nebo nechtělo ve

výzkumu pokračovat, je zaručeno, že může testování odmítnout v jakékoliv jeho fázi. Účast dítěte ve studii bude zcela anonymní, nikde nebude zveřejněno jméno dítěte ani jeho výsledky.

Jak postupovat dále?

Děkujeme za laskavé zvážení naší žádosti o účast dítěte ve studii a těšíme se na případnou spolupráci. V případě souhlasu se zařazením Vašeho dítěte do studie vyplňte, prosím, níže přiložený formulář.

V případě jakýchkoliv dotazů nás neváhejte kontaktovat na e-mailové adrese: katerina.prazakova@mensa.cz, případně na telefonním čísle 733 510 694.

V Praze dne 9.5.2017

Bc. et Bc. Kateřina Pražáková,
řešitelka

PhDr. Klára Špačková, Ph.D.,
vedoucí práce



Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra psychologie, Myslíkova 7, 116 39

Informovaný souhlas zákonného zástupce

Jméno a příjmení dítěte:.....

Datum narození:.....

Jméno a příjmení rodiče/zákonného zástupce:.....

Dávám tímto souhlas se zařazením dítěte do výzkumné části diplomové práce, jejíž řešitelkou je Bc. et Bc. Kateřina Pražáková a vedoucí práce PhDr. Klára Špačková, Ph.D., a která bude realizována v druhém pololetí školního roku 2016/2017. Souhlasím též s anonymním zpracováním výsledků pro účely této studie.

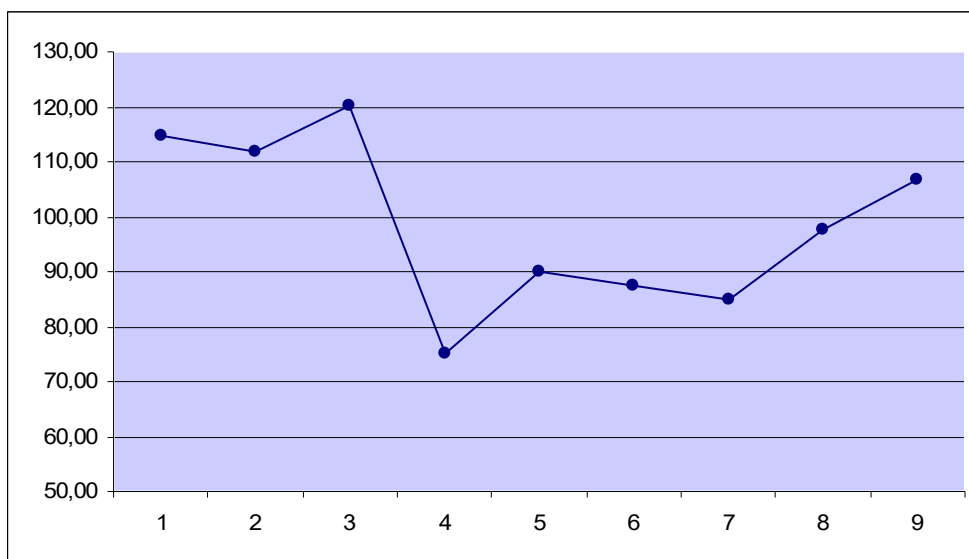
V..... dne.....

Podpis rodiče/zákonného zástupce

Příloha 4 – Výsledky dospělých respondentů dyskalkulií v metodě IST 2000 R

Graf č. 1: Průměrné výsledky pěti dospělých respondentů s dyskalkulií v jednotlivých subtestech metody IST 2000 R (1 – Doplnování vět, 2 – Analogie, 3 – Zobecnování, 4 – Početní úlohy, 5 – Číselné řady, 6 – Početní znaménka, 7 – Výběr obrazců, 8 – Úlohy s kostkami, 9 – Úlohy s maticemi).

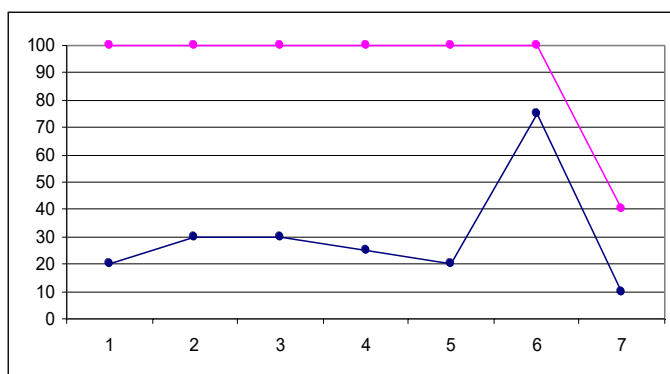
Jak zde můžeme vidět, nejvyšších výsledků dosáhli ve verbálních subtestech a nejnižších v numerických. Z figurálních subtestů dosáhli nejvyšších výsledků v subtestu Úlohy s maticemi, nejnižších v subtestu Výběr obrazců.



Příloha 5 – Ukázka výkonnostního profilu v TVM dítěte s dyskalkulií

Graf č. 2: Výsledky dítěte s dyskalkulií (dívka, 12 let a 11 měsíců) v jednotlivých subtestech TVM vypočítané podle percentilových hodnot vypočítaných podle výsledků dětí z kontrolní skupiny (1- Reakční čas, 2 – Počítání bodů, 3 – Reprezentace velikosti, 4 – Porovnávání čísel, 5 – Vnímání velikosti, 6 – Přiřazování číslic, 7 – Početní operace).

Fialová čára zobrazuje správnost odpovědí, modrá čára rychlost odpovědí.



Pozn.: Jak zde můžeme vidět, z hlediska rychlosti odpovědí dosáhla dívka nejvyšších výsledků odpovídajících 75. percentilu v subtestu Přiřazování číslic. Nejnižšího výsledku z hlediska rychlosti odpovědí, který odpovídá 10. percentilu, dosáhla v subtestu Početní operace. Z hlediska správnosti odpovědí dosáhla maximálního počtu bodů ve všech subtestech s výjimkou subtestu Početní operace, kde výsledky odpovídají 40. percentilu.

